

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/ES05/000075

International filing date: 15 February 2005 (15.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: ES
Number: P200400433
Filing date: 16 February 2004 (16.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 25 April 2005 (25.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



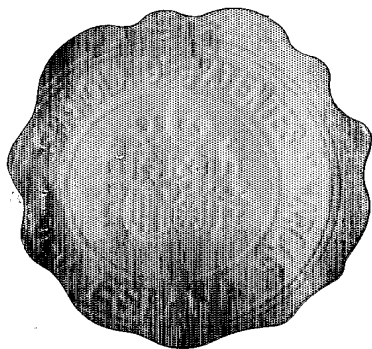
World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE DE INVENCION número P200400433 , que tiene fecha de presentación en este Organismo el 2004-02-16.

INDICACIÓN DE PRIORIDAD: El código del país con el número de su solicitud de prioridad, que ha de utilizarse para la presentación de solicitudes en otros países en virtud del Convenio de París, es: ES200400433

Madrid, 7 de Abril de 2005



El Director del Departamento de Patentes
e Información Tecnológica

P.D.

ANA Mª REDONDO MINGUÉZ



MINISTERIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española
de Patentes y Marcas

INSTANCIA DE SOLICITUD

NÚMERO DE SOLICITUD

P200400433

(1) MODALIDAD:

☒ **PATENTE DE INVENCION**

☐ **MODELO DE UTILIDAD**

(2) TIPO DE SOLICITUD:

☐ **ADICIÓN A LA PATENTE**

☐ **SOLICITUD DIVISIONAL**

☐ **CAMBIO DE MODALIDAD**

☐ **TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA**

☐ **PCT: ENTRADA FASE NACIONAL**

(3) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN:

MODALIDAD

Nº SOLICITUD

FECHA SOLICITUD

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA OEPM.

13'06

FECHA Y HORA PRESENTACIÓN EN LUGAR DISTINTO O.E.P.M.

(4) LUGAR DE PRESENTACIÓN:

BARCELONA

CÓDIGO

08

(5) SOLICITANTE (S): APELLIDOS O DENOMINACIÓN SOCIAL

Gomá Ayats

NOMBRE

Juan Ramón

NACIONALIDAD

Española

CÓDIGO PAÍS

ES

DNI/NIF

40869380J

CNAE

000000

PIME

000000

(6) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE:

DOMICILIO **Mare de Déu de Port 293 1º 1ª**

LOCALIDAD **Barcelona**

PROVINCIA **Barcelona**

PAÍS RESIDENCIA **España**

NACIONALIDAD **Española**

TELÉFONO **934017171**

FAX **934017179**

CORREO ELECTRÓNICO **joan@cin.upc.es**

CÓDIGO POSTAL **08038**

CÓDIGO PAÍS **ES**

CÓDIGO PAÍS **ES**

(7) INVENTOR (ES):

APELLIDOS

Gomá Ayats

NOMBRE

Juan Ramón

NACIONALIDAD

Española

CÓDIGO

PAÍS ES

(8) ☒ **EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR**

☐ **EL SOLICITANTE NO ES EL INVENTOR O ÚNICO INVENTOR**

(9) MODO DE OBTENCIÓN DEL DERECHO:

☐ **INVENC. LABORAL**

☐ **CONTRATO**

☐ **SUCESIÓN**

(10) TÍTULO DE LA INVENCION:

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN CONTINUAMENTE VARIABLE

(11) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERIA BIOLÓGICA:

☐ **SI**

☐ **NO**

(12) EXPOSICIONES OFICIALES: LUGAR

(13) DECLARACIONES DE PRIORIDAD:

PAÍS DE ORIGEN

CÓDIGO
PAÍS

NÚMERO

FECHA

FECHA

(14) EL SOLICITANTE SE ACOGE AL APLAZAMIENTO DE PAGO DE TASAS PREVISTO EN EL ART. 152 L.EY 11/86 DE PATENTES

☐

(15) AGENTE/REPRESENTANTE: NOMBRE Y DIRECCIÓN POSTAL COMPLETA. (SI AGENTE P.I., NOMBRE Y CÓDIGO) (RELLENÉSE, ÚNICAMENTE POR PROFESIONALES)

(16) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN:

☒ **DESCRIPCIÓN Nº DE PÁGINAS: 30**

☒ **Nº DE REMINDACIONES: 15**

☒ **DIBUJOS. Nº DE PÁGINAS: 9**

☐ **LISTA DE SECUENCIAS Nº DE PÁGINAS:**

☒ **RESUMEN**

☐ **DOCUMENTO DE PRIORIDAD**

☐ **TRADUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD**

☐ **DOCUMENTO DE REPRESENTACIÓN**

☒ **JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE SOLICITUD**

☐ **HOJA DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

☐ **PRUEBAS DE LOS DIBUJOS**

☐ **CUESTIONARIO DE PROSPECCIÓN**

☐ **OTROS:**

FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE

[Firma]

(VER COMUNICACIÓN)

FIRMA DEL FUNCIONARIO

[Firma]

NOTIFICACIÓN SOBRE LA TASA DE CONCESIÓN:

Se le notifica que esta solicitud se considerará retirada si no procede al pago de la tasa de concesión; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de la concesión en el BOPI, más los diez días que establece el art. 81 del R.D. 2245/1986.

ILMO. SR. DIRECTOR DE LA OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

informacion@dep.m.es

www.dep.m.es

C/PANAMÁ, 1 - 28071 MADRID

NO CUMPLIMENTAR LOS RECUADROS ENMARCADOS EN ROJO



RESUMEN Y GRÁFICO

RESUMEN (Máx. 150 palabras)

Relación de transmisión continuamente variable conteniendo cinco ejes: entrada, entrada núcleo, salida núcleo, intermedio y salida; compuesta por los módulos: largas, cortas e inversor conectado entre el intermedio y la salida

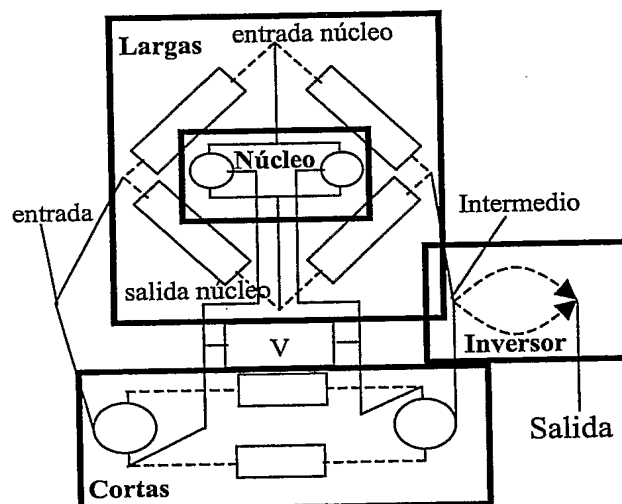
El módulo largas consta de núcleo y cuatro multiplicidades de relaciones de transmisión que extienden el rango de variabilidad del núcleo.

El núcleo contiene dos diferenciales, el eje entrada núcleo arrastra un eje de cada diferencial, el eje salida núcleo es arrastrado por otro de cada diferencial, el tercer eje de cada diferencial se conecta al variador.

El módulo cortas contiene dos diferenciales, el eje de entrada arrastra un eje de uno de ellos, el eje intermedio es arrastrado por otro eje del otro, entre los ejes no conectados ni a la entrada ni a la salida se disponen dos multiplicidades de relaciones de transmisión y entre un eje del primero y uno del segundo se conecta el variador.

16 FEB. 2004

GRÁFICO



(VER INFORMACIÓN)



12

SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION

21 NÚMERO DE SOLICITUD
P200400433

31 NÚMERO

DATOS DE PRIORIDAD

32 FECHA

33 PAÍS

22 FECHA DE PRESENTACIÓN

62 PATENTE DE LA QUE ES
DIVISORIA

71 SOLICITANTE (S)

Juan Ramón Gomá Ayats

DOMICILIO **Mare de Deu de Port 293 1^a 1^a 08038 Barcelona**

NACIONALIDAD **España**

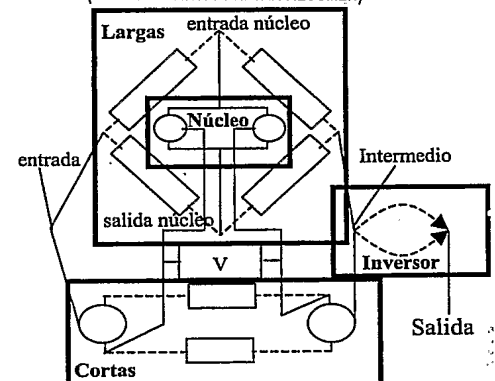
72 INVENTOR (ES) **Juan Ramón Gomá Ayats**

51 Int. Cl.

54 TÍTULO DE LA INVENCION

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN CONTINUAMENTE VARIABLE

GRÁFICO (SÓLO PARA INTERPRETAR RESUMEN)



57 RESUMEN

Relación de transmisión continuamente variable conteniendo cinco ejes: entrada, entrada núcleo, salida núcleo, intermedio y salida; compuesta por los módulos: largas, cortas e inversor conectado entre el intermedio y la salida.

El módulo largas consta de núcleo y cuatro multiplicidades de relaciones de transmisión que extienden el rango de variabilidad del núcleo.

El núcleo contiene dos diferenciales, el eje entrada núcleo arrastra un eje de cada diferencial, el eje salida núcleo es arrastrado por otro eje de cada diferencial, el tercer eje de cada diferencial se conecta al variador.

El módulo cortas contiene dos diferenciales, el eje de entrada arrastra un eje de uno de ellos, el eje intermedio es arrastrado por otro eje del otro, entre los ejes no conectados ni a la entrada ni a la salida se disponen dos multiplicidades de relaciones de transmisión y entre un eje del primero y uno del segundo se conecta el variador.

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN CONTINUAMENTE VARIABLE

SECTOR DE LA TÉCNICA

5

Transmisiones mecánicas con relación de transmisión continuamente variable.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10

Cuando se transforma una potencia mecánica de rotación a una determinada velocidad angular ω_1 en otra a distinta velocidad angular ω_2 , el cociente entre ambas se llama relación de transmisión. Los mecanismos variadores de velocidad, o transmisiones continuamente variables, pretenden que esta relación de transmisión pueda variarse de forma continua y progresiva.

15

Las transmisiones continuamente variables pueden clasificarse dentro de tres grandes grupos: A) Mecanismos que transmiten la rotación directamente del eje de entrada al de salida a través de un elemento intermedio que, por fricción, es arrastrado por el eje de entrada y a su vez arrastra al eje de salida, dentro de este grupo se hallan los variadores de velocidad de correas trapezoidales, los variadores toroidales, los de rodillos cónicos etc. B) Sistemas que transforman la potencia mecánica de rotación del eje de entrada en otra forma de energía más fácil de manipular y posteriormente vuelven a transformarla en potencia mecánica de rotación en el eje de salida, dentro de este grupo se hallan los variadores hidrostáticos, los conversores de par, pares de máquinas eléctricas trabajando una como generador y la otra como motor, los sistemas que transforman el movimiento rotatorio en otro oscilante y posteriormente vuelven a generar con este un movimiento rotatorio. C) Sistemas que combinan algún mecanismo de los grupos anteriores con uno o más mecanismos diferenciales.

20

25

30

Los mecanismos del grupo A permiten la variación continua y progresiva de la relación de transmisión desde un valor mínimo hasta un valor máximo ambos del mismo signo, es decir no permiten invertir el sentido de giro, esto es debido a que para pasar por la relación de transmisión cero el elemento de fricción debería arrastrar uno de los ejes sobre un radio nulo con una tensión infinita, de hecho

existe un mínimo cerca del cual el elemento de fricción patina y el mecanismo deja de funcionar. El rendimiento energético es pobre comparado con el de las transmisiones por engranajes debido al elemento de fricción.

5 Los del grupo B, si se diseñan adecuadamente pueden invertir el sentido de giro pero también tienen un rendimiento mecánico pobre comparado con el de las transmisiones por engranajes, debido a que en cada transformación de la potencia a otra forma hay unas pérdidas que se acumulan.

10 Los mecanismos del grupo C), es decir la combinación de uno o mas mecanismos diferenciales con un variador de velocidad, se han aplicado con dos finalidades posibles: Obtener un mecanismo que permita invertir el sentido de giro del variador a partir de un variador que inicialmente no lo permitía. Dividir la potencia en dos partes, una se transmite a través del variador y la otra se transmite a través de engranajes, con ello se logra un variador menos dimensionado y un mayor rendimiento mecánico del mecanismo global.

15 Estos mecanismos a su vez pueden clasificarse en dos subgrupos: Los que se limitan a combinar un variador con uno o mas diferenciales y los que añaden un cambio de marchas externo para ampliar el rango de variación del mecanismo básico.

20 Dentro de los mecanismos que se limitan a combinar un variador con un diferencial hay diversas patentes que describen cómo reducir la potencia transmitida por el variador por ejemplo, US1762199, estos mecanismos se conocen como "power split". Otras como por ejemplo US1833475, FR091705, US2745297, ES2142223 describen mecanismos que permiten invertir el sentido de giro, estos mecanismos se conocen como "power recirculating".

25 Las diferencias entre unas patentes y otras provienen del tipo de variador, del tipo de diferencial y de las transmisiones adoptadas para conectarlos.

30 No es posible obtener los dos efectos simultáneamente. Los mecanismos que invierten el sentido de giro ("power recirculating") amplifican la potencia que circula por el variador, los mecanismos que reducen la potencia que circula por el variador ("power split") no permiten invertir el sentido de giro.

Los mecanismos como los descritos en las patentes anteriores, consiguen una relación de transmisión global del mecanismo función de la relación de transmisión del variador según una ecuación del tipo:

$$\tau = a + b \cdot r \quad r_{\min} \leq r \leq r_{\max}$$

o

$$\tau = \frac{1}{a + b \cdot r} \quad r_{\min} \leq r \leq r_{\max}$$

5

Donde :

τ es la relación de transmisión global del mecanismo, es decir la velocidad angular del eje de salida dividida entre la velocidad angular del eje de entrada.

10 r es la relación de transmisión del variador de velocidad, esta relación varia entre un valor mínimo r_{\min} y uno máximo r_{\max} , ambos del mismo signo en el caso de que el variador no tenga la característica de poder invertir el sentido de giro.

a y b son constantes que dependen de las relaciones de transmisión fijas, de las características del diferencial y de la forma en que se conectan entre si los distintos componentes.

15 En estas condiciones la potencia que transmite el variador es función de la relación de transmisión del mecanismo en cada momento, si se eligen las constantes a y b para que en el punto en que esta potencia es máxima este valor sea el mínimo posible se halla que:

Para mecanismos con un variador del grupo A:

20
$$\gamma_{\max} = \frac{\beta - 1}{\beta} \cdot \frac{\text{rang}}{\text{rang} - 1}$$

Y para mecanismos con un variador del grupo B:

$$\gamma_{\max} = \frac{\beta - 1}{\beta + 1}$$

Donde:

25 γ_{\max} es la fracción de la potencia transmitida por el mecanismo que pasa por el variador, es decir la potencia transmitida por el variador dividida entre la potencia total transmitida por el mecanismo cuando la relación de transmisión que hace que este valor sea máximo.

β es la variabilidad en la relación de transmisión del mecanismo, es decir la relación de transmisión máxima que puede obtenerse dividida por la mínima.

30 rang es el rango de variabilidad del variador, es decir r_{\max}/r_{\min} .

También se han propuesto mecanismos que combinan dos o mas diferenciales con un variador y una mayor o menor cantidad de relaciones de transmisión intermedias entre estos elementos, ejemplos de este tipo de mecanismos se describen en las patentes US2384776, US4936165, ES2190739, en las Figuras 17, 18 y 19 se ilustra en diagrama de bloques los mecanismos que se proponen respectivamente en cada una de las citadas patentes. Todas ellas logran obtener una relación de transmisión global del mecanismo función de la relación de transmisión del variador del tipo:

$$\frac{\omega_s}{\omega_e} \equiv \tau = \frac{a \cdot r + b}{c \cdot r + d}$$

Donde τ es la relación de transmisión global del mecanismo, r es la relación de transmisión del variador y a , b , c y d adoptan valores en función de las características de los diferenciales y de las relaciones de transmisión intermedias.

Estos mecanismos, a pesar de permitir una ventaja respecto a los que utilizan un único diferencial presentan el inconveniente de las pérdidas que se producen en las transmisiones intermedias.

Existe una solución conocida que elimina las transmisiones intermedias y que se ha descrito en la patente US6595884 (el diagrama de bloques del mecanismo que se reivindica en la misma se presenta en la Figura 20). Este mecanismo, a pesar de que elimina las transmisiones intermedias, aún presenta el inconveniente de que solo una parte de la potencia pasa directamente del eje de entrada al de salida atravesando un solo diferencial, el resto ha de atravesar los dos diferenciales con lo que las pérdidas se acumulan.

Los mecanismos que añaden un cambio de marchas externo pretenden lograr un rango de variabilidad del mecanismo global amplio y al mismo tiempo reducir al mínimo la variabilidad del mecanismo básico, con ello, si se eligen adecuadamente los componentes, puede reducirse la fracción de potencia que circula por el variador tanto como se desee, a base de añadir un número suficientemente grande de marchas en el cambio externo.

Se han descrito dos formas de ampliar el rango mediante un cambio de marchas externo, la primera como la descrita en la patente US5167591, su funcionamiento puede resumirse como sigue: suponiendo que se inicia con la relación de transmisión mínima, primero se cambia progresivamente hasta llegar a la máxima, en este punto se desacopla mediante un embrague la transmisión,

durante este desacoplamiento se cambia a la relación de transmisión mínima y se conecta la siguiente marcha repitiéndose el ciclo.

El inconveniente de este sistema es que durante el cambio de marcha el sistema permanece durante un tiempo desconectado (desembragado), este tiempo no es despreciable pues el variador debe pasar desde su relación de transmisión máxima hasta la mínima o viceversa antes de poderse volver a conectar (embragar), por otro lado esta solución permite diseñar el sistema con tantas etapas como se desee y permite cualquier progresión entre etapas.

Otra solución se describe en la patente US5643121, la idea consiste en conectar alternativamente al eje de salida uno de dos ejes del diferencial (el tercer eje es el de entrada del mecanismo), en la alternancia se obtiene un cambio de relación de transmisión. Las relaciones de transmisión se determinan de forma que durante la transición ambas relaciones pueden mantenerse engranadas simultáneamente mediante sendos embragues (cambio síncrono) con lo que el tiempo de transición puede ser despreciable y además durante la transición no se pierde la transferencia de potencia al eje de salida. El sistema funcionaría igualmente si el eje de entrada fuese el de salida y viceversa. Aunque pueden conectarse mas de dos etapas (como el autor comenta en la patente) todas ellas son interdependientes y el sistema solo puede optimizarse para las dos primeras. Así en un sistema con dos etapas como el ejemplo que se presenta en la patente obtiene una variabilidad de $6,25 = 2,5^2$ con la misma fracción máxima de potencia por el variador que si la variabilidad fuera de 2,5 (71,4%). Pero elevando el número de etapas hasta el infinito solo se lograría reducir la fracción de potencia por el variador hasta el 50%.

En la patente US5643121 también se describe la forma de invertir el sentido de giro, para ello añade un segundo diferencial, este segundo diferencial gira loco en todos los regímenes excepto los que permiten el cambio de sentido de giro, en ellos el segundo diferencial resta las velocidades de los dos brazos del primer diferencial para permitir una variación desde un valor positivo hasta uno negativo pasando por cero. Durante el régimen que permite la inversión del sentido de giro el sistema responde a un esquema como el de la Figura 21. La potencia de entrada pasa a la salida atravesando los dos diferenciales y con una recirculación por el variador.

Todos estos sistemas requieren para su realización práctica un sistema de control que a partir de la relación de transmisión que se desea obtener en cada momento actúe sobre el elemento variador. Esta actuación se realiza mediante mecanismos accionados por motores eléctricos o cilindros neumáticos o
5 hidráulicos etc.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

El problema técnico que se plantea en los mecanismos variadores de
10 velocidad compuestos por un variador y diferenciales, consiste en reducir al mínimo la potencia que circula por el elemento variador de velocidad obteniendo simultáneamente un amplio rango de variación de velocidades en el mecanismo global, eventualmente invirtiendo el sentido de giro.

Así mismo se trata de que el número de marchas, regímenes, o etapas del
15 mecanismo sea mínimo.

También interesa que el cambio de una etapa a otra pueda realizarse sin desconectar el mecanismo, es decir, sin dejar de transmitir par al eje de salida.

Al mismo tiempo interesa que la potencia pase del eje de entrada al eje de salida lo mas directamente posible, a ser posible sin atravesar relaciones de
20 transmisión intermedias y pasando a ser posible por un único diferencial.

La presente invención resuelve el problema planteado mediante la combinación de las novedades respecto al estado actual de la técnica que a continuación se describen.

El mecanismo cuyo grafo se representa en la Figura 1 consiste en dos
25 diferenciales (Da y Db) y un variador de velocidad (V) . Tanto el eje de entrada (eje e) como el de salida (eje s) se conectan simultáneamente a uno de los ejes de cada uno de los diferenciales Da y Db mientras que el variador se conecta entre el eje del diferencial Da no conectado ni a la entrada ni a la salida (eje 6) y el eje del diferencial Db no conectado ni a la entrada ni a la salida (eje 7).

30 Este mecanismo obtiene una relación de transmisión global del mecanismo función de la relación de transmisión del variador del tipo:

$$\frac{\omega_s}{\omega_e} \equiv \tau = \frac{a \cdot r + b}{c \cdot r + d} \quad r \equiv \frac{\omega_7}{\omega_6}$$

Donde τ es la relación de transmisión global del mecanismo, r es la relación de transmisión del variador y a , b , c y d adoptan los siguientes valores:

a	$-Db$
b	Da
c	$-Db \cdot (1-Da)$
d	$Da \cdot (1-Db)$

Donde Da es la relación de transmisión entre el eje 6 y el eje de entrada que provocaría el diferencial Da si el eje de salida se mantuviese bloqueado, y Db es la relación de transmisión que provocaría el diferencial Db entre el eje de entrada y el eje 7 si el eje de salida se mantubiese bloqueado.

En este mecanismo seleccionando adecuadamente Da y Db se consigue que la potencia máxima que pasa por el variador no supere:

$$\gamma_{\max} = \frac{\sqrt{rang} + 1}{\sqrt{rang} - 1} \cdot \frac{\sqrt{\beta} - 1}{\sqrt{\beta} + 1}$$

En el caso de utilizar variadores del grupo A y una potencia máxima de:

$$\gamma_{\max} = 2 \cdot \frac{\alpha \cdot \sqrt{\beta} - 1}{\alpha^2 \cdot \beta - 1} - 1 \quad \alpha = \frac{(1 + \sqrt{\beta})^2 + \sqrt{(1 + \sqrt{\beta})^4 - 16 \cdot \beta}}{4 \cdot \beta}$$

En el caso de utilizar variadores que permiten invertir el sentido de giro.

Además, no hay transmisiones intermedias y el rendimiento no queda perjudicado por el hecho de disponer de dos diferenciales en lugar de uno, dado que la potencia de entrada se divide, una parte pasa por uno de los diferenciales y el resto por el otro, con lo que las pérdidas de energía no son mayores a las que se tendría si se utilizara un único diferencial.

Los dos diferenciales actúan de forma simétrica, hay regímenes en los que la mayor parte de la potencia pasa por Da y el resto por Db y otros a la inversa, también hay un régimen en que se divide exactamente al 50%.

El siguiente elemento que incorpora la presente invención es el mecanismo multietapa cuyo grafo se representa en la Figura 2. Este mecanismo amplía el rango de variabilidad del núcleo del sistema.

Este mecanismo consta de un núcleo representado mediante una caja negra con la letra V que es un mecanismo variador de velocidad reversible con un eje de entrada e y un eje de salida s , este núcleo puede materializarse con el sistema descrito antes o mediante cualquier otro conocido. El mecanismo dispone

de cuatro multiplicidades de relaciones de transmisión, los conjuntos de relaciones de transmisión R_{2n} , R_{2n+1} , S_{2n} y S_{2n+1} , el eje de entrada del mecanismo e' se conecta alternativamente al eje de entrada e del núcleo y al eje de salida s del mismo, mientras el eje de salida del mecanismo s' se conecta alternativamente al eje de salida s del núcleo y al eje de entrada e . El funcionamiento de este mecanismo es el siguiente: Inicialmente el eje de entrada e' se halla conectado a través de la primera relación R_0 al eje e y el eje de salida s' se halla conectado a través de S_0 a s , el variador V varia su relación de transmisión desde $\tau_{\min.}$ hasta $\tau_{\max.}$, en este punto se conectan R_1 y S_1 y se desconectan R_0 y S_0 , el mecanismo V vuelve a variar su relación de transmisión desde τ_{\max} hasta $\tau_{\min.}$ momento en que se conectan R_2 y S_2 , y así sucesivamente.

Eligiendo las relaciones de transmisión de forma que:

$$\begin{aligned} R_{2n} &= R_0 \cdot \beta^n & S_{2n} &= S_0 \cdot \beta^n \\ R_{2n+1} &= R_0 \cdot \beta^n \cdot \tau_{\max} & S_{2n+1} &= S_0 \cdot \beta^n \cdot \tau_{\min} \end{aligned}$$

Donde:

$$\beta = \frac{\tau_{\max}}{\tau_{\min}}$$

Las transiciones pueden hacerse manteniendo las cuatro relaciones de transmisión simultáneamente conectadas.

En este mecanismo se obtiene una variabilidad global de:

$$\beta' = \beta^m$$

Donde m es el número de etapas. Este mecanismo garantiza la transmisión de par durante la transición y permite reducir tanto como se desee la variabilidad del núcleo manteniendo la variabilidad deseada para el mecanismo global.

En este mecanismo conviene preferentemente que el núcleo esté constituido por un mecanismo que siga el esquema de la Figura 1 porque ello permite el menor número de etapas posible y el máximo rendimiento para un variador dado, pero también es posible que el núcleo se materialice mediante cualquier otro sistema conocido y se beneficie de las ventajas de esta extensión del rango de variabilidad.

En las transmisiones mecánicas con relación de transmisión continuamente variable cabe distinguir dos zonas de trabajo: la zona de marcha corta y la zona de marcha larga. Dado que estos sistemas permiten obtener relaciones de

transmisión que llegan hasta cero, el par de salida puede elevarse hasta valores muy altos (tendría a infinito si el rendimiento mecánico fuese del 100%), por lo tanto existe una zona de relaciones de transmisión próximas a cero donde es necesario limitar el par que el mecanismo ejerce sobre el eje de salida. Esta zona es la zona de marcha corta, el resto de relaciones de transmisión es la zona de marcha larga. La zona de marcha corta queda definida con mayor exactitud como:

$$-\tau_{eq} \leq \tau \leq \tau_{eq}$$

$$\tau_{eq} = \frac{T_{\max \text{ mot}}}{T_{\max \text{ mec}}}$$

Donde τ_{eq} es la relación de transmisión que limita la zona de marcha corta y la zona de marcha larga. $\tau_{\max \text{ mot}}$ es el par máximo que puede suministrar el motor que se acoplará a la entrada del mecanismo. $\tau_{\max \text{ mec}}$ es el par máximo admisible a la salida del mecanismo.

En la zona de marcha corta la potencia que pasa por el mecanismo es inferior a la potencia nominal del motor, reduciéndose linealmente desde el 100% en la relación de transmisión que limita la marcha corta y la larga hasta cero en la relación de transmisión cero.

Analizando las expresiones matemáticas que determinan la potencia que pasa por el variador en la zona de marcha corta y en la zona de marcha larga, se demuestra que para un sistema multietapa trabajando en la zona de marcha larga, la distribución óptima de las etapas es una serie de relaciones de transmisión que siguen una progresión geométrica mientras que en la zona de marcha corta la distribución óptima es una sucesión que sigue una progresión aritmética.

Todos los sistemas multietapa conocidos que transmiten par continuamente al eje de salida, al igual que el descrito anteriormente, generan una sucesión de etapas que sigue una progresión geométrica.

A continuación se describen dos mecanismos objeto de la presente invención que generan una sucesión de etapas que puede seguir una progresión aritmética, por lo cual son de aplicación preferente para la zona de marcha corta.

El mecanismo cuyo grafo se representa en la Figura 3 consta de dos diferenciales Dc y Dd y un variador de velocidad V que ha de permitir invertir (o por lo menos detener) el sentido de giro de cualquiera de los dos ejes mientras el otro gira. El eje de entrada e se conecta a uno de los ejes del diferencial Dc y el

de salida s a uno de los ejes del diferencial Dd . El variador de velocidad se conecta entre el eje 6 y el eje 7 mientras que entre los ejes 8 y 7 es posible conectar y desconectar (mediante acoplamientos mecánicos o mediante embragues adecuados) una cualquiera de las multiplicidades de relaciones de transmisión R_{1i} . Así mismo entre los ejes 6 y 9 es posible conectar y desconectar una cualquiera de las multiplicidades de relaciones de transmisión R_{2j} . Alternativamente también pueden conectarse siguiendo esquemas como los de las Figuras 7 y 8 donde la única diferencia es que el variador se conecta entre los ejes 8 y 6 en el caso de la Figura 7 y entre los 7 y 9 en el caso de la Figura 8. El funcionamiento del sistema es como sigue. Inicialmente se hallan conectadas las relaciones de transmisión R_{11} y R_{21} y el variador V varía su relación de transmisión desde ∞ (eje 6 parado y eje 7 girando a la velocidad que le viene impuesta por el diferencial Dc y la relación de transmisión R_{11}) hasta 0 (eje 7 parado y eje 6 girando a la velocidad que le viene impuesta por Dc), en este momento tanto el eje 6 como el 9 se encuentran parados, se conecta la relación de transmisión R_{22} y se desconecta la R_{21} , a continuación el variador vuelve a variar su relación de transmisión desde 0 hasta ∞ , en este momento tanto el eje 8 como el 7 se encuentran parados, se conecta R_{12} y se desconecta R_{21} , y así sucesivamente.

En estos mecanismos (para el caso de la Figura 3) la relación de transmisión que se obtiene es:

$$\tau = \frac{(1 - Dc) \cdot R_{1i} \cdot r - (1 - Dc) \cdot Dd \cdot R_{2i} \cdot R_{1i}}{(1 - Dd) \cdot r - Dc \cdot (1 - Dd) \cdot R_{1i}}$$

Para el mecanismo de la Figura 7 (el mecanismo de la Figura 8 es simétrico al de la Figura 7 invirtiendo el eje de entrada por el de salida) la relación de transmisión es:

$$\tau = \frac{(1 - Dc) \cdot R_{1i} \cdot r - (1 - Dc) \cdot Dd \cdot R_{2i}}{(1 - Dd) \cdot r - Dc \cdot (1 - Dd)}$$

Donde Dc es la relación de transmisión que el diferencial Dc impondría entre el eje 6 y el 8 si el eje e estuviera bloqueado y Dd es la relación de transmisión que el diferencial Dd impondría entre el eje e y el 7 si el eje s estuviera bloqueado.

En ambos casos cuando r vale cero:

$$\tau = \frac{1 - Dc}{1 - Dd} \cdot R_{2i}$$

Y cuando r vale ∞ :

$$\tau = \frac{1 - Dc}{1 - Dd} \cdot R_{1i}$$

Por lo tanto si se desea diseñar un sistema cuyas relaciones de transmisión

5 varíen entre:

Etapas	Relación de transmisión mínima	Relación de transmisión máxima
1	$\tau_{1\min}$	$\tau_{1\max}$
2	$\tau_{1\max}$	$\tau_{2\max}$
...
y	$\tau_{y-1\max}$	$\tau_{i\max}$

Llamando:

$$R_2 = \frac{(1 - Dd) \cdot Dc}{(1 - Dc) \cdot Dd} \quad R_1 = \frac{1 - Dd}{1 - Dc}$$

10 Basta con elegir:

$$R_{21} = R_2 \cdot \tau_{1\min}, \quad R_{11} = R_1 \cdot \tau_{1\max}, \quad R_{22} = R_2 \cdot \tau_{2\max}$$

$$R_{12} = R_1 \cdot \tau_{3\max}, \quad R_{23} = R_2 \cdot \tau_{4\max}, \quad R_{13} = R_1 \cdot \tau_{5\max}$$

Y así sucesivamente.

En el caso particular de que $Dc = Dd$ entonces $R_1 = R_2$ y las expresiones anteriores quedan:

15 $R_{21} = \tau_{1\min}, \quad R_{11} = \tau_{1\max}, \quad R_{22} = \tau_{2\max}, \quad R_{12} = \tau_{3\max}, \quad R_{23} = \tau_{4\max}, \quad R_{13} = \tau_{5\max}$

Por lo tanto con este mecanismo se logra un sistema multietapa capaz de generar una sucesión de etapas que siguen una progresión aritmética, geométrica o cualquier otra. El hecho de poder obtener una progresión aritmética lo hace especialmente adecuado para el régimen de marcha corta por lo que se plantea como aplicación preferente aunque también puede aplicarse al régimen de

20 marcha larga o a ambos simultáneamente.

El mecanismo descrito anteriormente resuelve el problema de obtener una progresión aritmética con un número mínimo de componentes, pero presenta el

inconveniente de que la potencia atraviesa íntegramente primero el diferencial Dc y luego el diferencial Dd. Para aplicaciones en las que se busca un mayor rendimiento a cambio de un mayor coste, a continuación se describe un mecanismo que también permite obtener una progresión aritmética.

5 El mecanismo cuyo grafo se representa en la Figura 4 se halla compuesto por una serie de diferenciales, un variador del tipo de los que permiten invertir (o por lo menos detener) el sentido de giro de cualquiera de los dos ejes mientras el otro gira y una serie de relaciones de transmisión R_i , uno de los ejes de cada diferencial se halla conectado al eje de entrada y otro de los ejes de cada
10 diferencial se halla conectado al eje de salida, el eje de los diferenciales impares que no está conectado ni a la entrada ni a la salida puede conectarse mediante un embrague o mediante cualquier otro tipo de acoplamiento mecánico a uno de los ejes del variador (eje 6) a través de una de las relaciones de transmisión R_{2n+1} , el eje de los diferenciales pares que no está conectado ni a la entrada ni a la salida
15 puede conectarse mediante un embrague o mediante cualquier otro tipo de acoplamiento mecánico al otro eje del variador (eje 7) a través de una de las relaciones de transmisión R_{2n} .

El funcionamiento del mecanismo es como sigue: Inicialmente se hallan conectados los diferenciales D_1 y D_2 con los ejes 6 y 7 respectivamente a través
20 de las relaciones de transmisión R_1 y R_2 , el variador varía su relación de transmisión desde 0 (donde el eje 7 se mantiene parado y el eje 6 gira a la velocidad impuesta por D_1 y D_2) hasta ∞ (donde el eje 6 se mantiene parado y la velocidad impuesta por D_1 y D_2), en este punto se conecta D_3 y se desconecta D_1 , a continuación el eje 7 gira a el variador varía su relación de transmisión desde ∞
25 hasta alcanzar de nuevo 0 donde se conecta D_4 y se desconecta D_2 .

Para que durante la transición durante un breve intervalo de tiempo puedan mantenerse simultáneamente conectados tres diferenciales hay que escoger las relaciones de transmisión R_i (para i mayor que 2) de forma que se cumpla:

$$R_{i+1} = \frac{D_i - D_{i+1}}{1 - D_{i+1}} \cdot \frac{1 - D_{i-1}}{D_i - D_{i-1}} \cdot R_{i-1}$$

30 Los valores de R_1 y R_2 pueden escogerse libremente para facilitar el resto o para obtener las velocidades angulares de los distintos ejes del mecanismo mas

adecuadas. Cuando el resultado de la expresión anterior es negativo significa que la relación de transmisión ha de invertir el sentido de giro.

En este mecanismo, la relación de transmisión que se obtiene es:

$$\tau = \frac{D_i \cdot (1 - D_j) \cdot R_j \cdot r - D_j \cdot (1 - D_i) \cdot R_i}{(1 - D_j) \cdot R_j \cdot r - (1 - D_i) \cdot R_i}$$

- 5 Donde R_i es la relación de transmisión entre el eje 6 y el eje del diferencial impar que no se halla conectado ni a la entrada ni a la salida, R_j es la relación de transmisión entre el eje 7 y el eje del diferencial par que no se halla conectado ni a la entrada ni a la salida, D_i es la relación de transmisión que el diferencial impar impondría entre el eje de entrada y el de salida si el eje conectado al variador se mantuviera parado y D_j es la relación de transmisión que el diferencial par impondría entre el eje de entrada y el de salida si el eje conectado al variador se mantuviera parado.

Si se desea una sucesión de relaciones de transmisión:

$$[\tau_{1\min}, \tau_{1\max}] [\tau_{1\max}, \tau_{2\max}] [\tau_{2\max}, \tau_{3\max}] \dots$$

- 15 Basta seleccionar:

$$D_1 = \tau_{1\min}, D_2 = \tau_{1\max}, D_3 = \tau_{2\max}, D_4 = \tau_{3\max} \dots$$

- Si algún valor es 0, en lugar de un diferencial se provee la posibilidad de conectar directamente el eje 6 o el 7 (según se trate de diferencial impar o par) a la salida a través de la correspondiente relación de transmisión, en la Figura 9 se presenta este caso particular para el diferencial D_1 , en la primera etapa el eje 6 se conecta directamente a la salida a través de la relación de transmisión R_1 y el eje 7 al diferencial D_2 a través de la relación de transmisión R_2 .

- Este mecanismo, al igual que el anterior, permite obtener etapas que sigan progresiones aritméticas, geométricas o cualesquiera otras, por lo tanto resulta indicado tanto para el régimen de marcha corta como para el de marcha larga.

- En todos los mecanismos multietapa, cada etapa requiere por lo menos la instalación de una relación de transmisión y, por lo tanto, como mínimo un par de engranajes, cuando estos mecanismos han de pasar por la relación de transmisión cero e invertir el sentido de giro, es posible ahorrar los mecanismos necesarios para generar las etapas en uno de los sentidos (por ejemplo marcha a tras) a condición de que coincidan con un subconjunto de las del otro sentido (marcha a delante) y a cambio de una reducción del rendimiento en el primer

sentido (marcha a tras). El mecanismo cuyo grafo se representa en la Figura 5 permite reproducir en la marcha atrás todas o parte de las etapas de la marcha hacia delante. El rectángulo V representa un mecanismo multietapa (en el caso límite podría tener solo una etapa) que permite variar la relación de transmisión desde cero hasta un determinado valor máximo, el eje s puede conectarse al s' o bien mediante un acoplamiento directo o bien mediante una relación de transmisión que invierta el sentido de giro, en el momento en que el mecanismo V alcanza la relación de transmisión cero, y tanto el eje s como el s' se detienen, se conecta la relación de transmisión -1 y se desconecta el acoplamiento directo, a partir de aquí el mecanismo V reproduce su funcionamiento a la inversa.

Combinando las ventajas de cada uno de los mecanismos descritos anteriormente puede construirse un mecanismo variador de velocidad que logre reducir tanto como se desee la potencia que circula por el variador con un número de tapas mínimo.

En el esquema de la Figura 6 se representa un mecanismo compuesto por tres módulos: largas, cortas e inversor. El módulo de largas se obtiene mediante un mecanismo (núcleo) como el de la Figura 1 cuyo rango se ha extendido mediante un mecanismo como el representado en la Figura 2. El módulo de cortas se obtiene mediante un mecanismo como el representado en la Figura 3. El variador es único y trabaja tanto en la marcha corta como en la marcha larga. Por último el inversor permite obtener marcha a tras las mismas marchas que hacia a delante sin duplicar las etapas de los otros dos módulos.

Las características de los componentes se determinan de forma que la relación de transmisión máxima del módulo de cortas sea mayor o igual que la relación de transmisión mínima del módulo de largas, de esta forma existe una zona de relaciones de transmisión donde es posible activar simultáneamente los acoplamientos o embragues que conectan ambos módulos y por lo tanto es posible pasar de cortas a largas y viceversa sin dejar de transmitir par al eje de salida. Si los parámetros se eligen además de forma que en un punto de esta zona la relación de transmisión del variador del módulo de cortas coincide con la relación de transmisión del variador del módulo de largas, entonces puede construirse el mecanismo con un único variador para ámbos módulos.

El esquema de la Figura 6 corresponde a una aplicación preferente para la función, en esta aplicación se busca un compromiso entre rendimiento y número

de componentes y no pretende excluir todas las demás posibles combinaciones, en concreto:

- Que el módulo de marcha corta se construya con un mecanismo como el de la Figura 4.
- 5 - Que no exista el inversor y el mecanismo abarque todo el rango con las sucesivas etapas.
- Que no exista el módulo de marcha corta y en su lugar se disponga de un embrague o un conversor de par para hacer pasar el eje de salida desde el estado de reposo a la relación de transmisión de transición y a partir de aquí
- 10 trabajar con el módulo de marcha larga.
- Que el núcleo del módulo de marcha larga se realice mediante un mecanismo cualquiera.
- Que no exista el módulo de marcha larga y el mecanismo como el de la Figura 3 o uno como el de la Figura 4 abarquen todo el rango de variabilidad.
- 15 - Que no existan las extensiones y el mecanismo conste solo del núcleo de módulo de marcha larga.
- Que el mecanismo de marcha corta conste solo de una etapa.

Tal como se ha explicado anteriormente este invento permite que con un número razonable de etapas se reduzca la potencia que pasa por el variador a

20 valores suficientemente pequeños como para que el variador se realice mediante un par de máquinas eléctricas actuando indistintamente una de ellas como motor y la otra como generador. Esto corresponde a una aplicación preferente, y aún sin excluir la posibilidad de cualquier otro tipo de variador de velocidad, presenta las siguientes ventajas:

- 25 a) Cualquier otro tipo de variador requiere para su control la instalación de actuadores hidráulicos o neumáticos o eléctricos, los cuales requieren acoplamientos mecánicos y válvulas que a su vez se controlan mediante electrónica de señal y de potencia. En el caso de que el variador se materialice mediante máquinas eléctricas, la electrónica de señal y de potencia actúa
- 30 directamente sobre estas máquinas y desaparecen todos los demás elementos.

b) En aplicaciones a vehículos con motor térmico, estas mismas máquinas eléctricas pueden hacer las funciones de motor de arranque y de generador para cargar la batería, con lo cual, de hecho, no representa añadir dos

componentes más si no una mayor utilización de componentes que igualmente hay que instalar.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5

Hay cuatro clases de dibujos: grafos representativos de mecanismos genéricos, esquemas representativos de mecanismos concretos, diagramas de bloques, y un gráfico de velocidades angulares. Las Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 17, 18, 19 y 20 corresponden a grafos representativos de mecanismos genéricos. Las Figuras 10, 12, 13, 14 y 15 corresponden a esquemas representativos de mecanismos concretos. La Figura 16 es un diagrama de bloques. Y la Figura 11 es un gráfico de velocidades angulares.

En los grafos representativos de mecanismos genéricos se han utilizado los siguientes convencionalismos: Una línea, independientemente de que sea recta curva o quebrada, indica un eje que puede girar. Un rectángulo del que salen dos líneas indica una relación de transmisión cualquiera (independientemente de que se materialice mediante un tren de engranajes cilíndricos, cónicos, trenes epicicloidales etc.) entre los ejes representados por estas líneas. Los rectángulos pueden representar tanto relaciones de transmisión fijas como variables, cuando representan relaciones de transmisión fijas se han identificado mediante una etiqueta que empieza con R o S, cuando representan relaciones de transmisión variables se han etiquetado con la letra V, para indicar que el mecanismo puede disponer de una multiplicidad de relaciones de transmisión entre el mismo par de ejes se ha representado solo una y se ha etiquetado con una letra seguida de un subíndice. Las líneas de trazos indican que es posible conectar o desconectar de forma controlada las relaciones de transmisión al eje en que terminan independientemente de cómo se materialice esta conexión y desconexión (acoplamientos mecánicos, embragues etc.). En las Figuras 4, 5 y 9, para obtener una representación mas compacta se ha representado mediante flechas de trazos el conjunto de: relación de transmisión mas líneas de trazos. Los círculos indican mecanismos diferenciales, es decir mecanismos capaces de imponer una restricción entre tres ejes del tipo:

$$\omega_1 = k \cdot \omega_2 + (1 - k) \cdot \omega_3$$

Donde ω_1 , ω_2 y ω_3 son las velocidades angulares de los tres ejes numerados de forma arbitraria y k es una constante característica del mecanismo y de la forma en que se han numerado los ejes. Indican un mecanismo diferencial genérico independientemente de cómo se materialice (trenes epicicloides cilíndricos, trenes epicicloides esféricos, circuitos hidráulicos etc.).

En los esquemas representativos de mecanismos concretos, se han utilizado los símbolos habituales en mecánica para representar ejes, engranajes y trenes epicicloides, por simplicidad los ejes porta satélites se han dibujado intersecando los satélites aunque hay que entender que todos los satélites pueden girar libremente entorno a su porta satélites correspondiente.

En la descripción de los dibujos se dirá que un componente conecta un eje cuando uno de los ejes del componente es solidario al eje en cuestión y se dirá que puede conectar un eje si uno de los ejes del componente puede hacerse solidario al eje en cuestión de forma controlada.

Figura 1: Grafo de un mecanismo genérico compuesto por dos diferenciales Da y Db y una relación de transmisión variable V. EL eje de entrada e es solidario a uno de los ejes de cada uno de los diferenciales Da y Db. EL eje de salida s es solidario a otro de los ejes de cada uno de los diferenciales Da y Db. EL variador o relación de transmisión variable V se conecta entre el otro eje de Da (eje 6) y el otro eje de Db (eje 7).

Figura 2: Grafo de un mecanismo genérico compuesto por una relación de transmisión variable V y cuatro multiplicidades de relaciones de transmisión R_{2n} , R_{2n+1} , S_{2n} y S_{2n+1} . La relación de transmisión variable V conecta los ejes e y s, cualquiera de las relaciones de transmisión de la multiplicidad de relaciones R_{2n} puede conectarse o no de forma controlada entre los ejes e y e', cualquiera de las relaciones de transmisión de la multiplicidad de relaciones R_{2n+1} puede conectarse o no de forma controlada entre los ejes s y e', cualquiera de las relaciones de transmisión de la multiplicidad de relaciones S_{2n} puede conectarse o no de forma controlada entre los ejes s y s', cualquiera de las relaciones de transmisión de la multiplicidad de relaciones S_{2n+1} puede conectarse o no de forma controlada entre los ejes e y s'.

Figura 3: Grafo de un mecanismo genérico compuesto por una relación de transmisión variable V, dos multiplicidades de relaciones de transmisión fijas R_{1i} y R_{2j} y dos diferenciales Dc y Dd. La relación de transmisión variable se conecta

entre los ejes 6 y 7, cualquiera de las relaciones de transmisión de la multiplicidad de relaciones de transmisión R_{1i} puede conectarse o no de forma controlada entre los ejes 8 y 7, cualquiera de las relaciones de transmisión de la multiplicidad de relaciones de transmisión R_{2i} puede conectarse o no de forma controlada entre los ejes 6 y 9, El diferencial Dc se conecta a los ejes e, 6 y 8, y el diferencial Dd se conecta a los ejes 7, 9 y s.

Figura 4: Grafo de un mecanismo genérico compuesto por una relación de transmisión variable V, una serie de diferenciales $D_1, D_2, \dots, D_{2n-1}, D_{2n}$, y una serie de relaciones de transmisión $R_1, R_2, \dots, R_{2n-1}, R_{2n}$. EL variador de velocidad se conecta entre el eje 6 y el eje 7, el eje e es solidario a uno de los ejes de cada uno de los diferenciales, el eje s es solidario a otro de los ejes de cada uno de los diferenciales, cada una de las relaciones de transmisión con subíndice impar puede conectar el eje 6 con el tercer eje del diferencial de su mismo subíndice y cada una de las relaciones de transmisión de índice par puede conectar el eje 7 con el tercer eje del diferencial de su mismo subíndice.

Figura 5: Grafo de un mecanismo genérico compuesto por una relación de transmisión variable V y dos relaciones de transmisión fijas. La relación de transmisión variable se conecta entre los ejes e y s, las relaciones de transmisión fijas pueden conectarse entre los ejes s y s'. La flecha superior representa una relación de transmisión 1 a 1, es decir, puede ser un acoplamiento directo entre el eje s y el s', mientras que la flecha inferior representa una relación de transmisión que invierte el sentido de giro, las dos se han representado en flechas de trazos indicando que pueden conectarse o no de forma controlada.

Figura 6: Grafo de un mecanismo genérico que contiene: una relación de transmisión variable V, cuatro diferenciales Da, Db, Dc, Dd y seis multiplicidades de relaciones de transmisión $R_{2n}, R_{2n+1}, S_{2n}, S_{2n+1}, R_{1i}$ y R_{2j} . Un eje de cada uno de los diferenciales Da y Db giran solidarios con el eje *entrada núcleo*, otro eje de cada uno de los diferenciales Da y Db giran solidarios con el eje *salida núcleo* y el tercer eje de cada uno de estos dos diferenciales se conecta respectivamente al eje 6 y al 7. EL variador V se conecta entre los ejes 6 y 7. Las multiplicidades de relaciones de transmisión $R_{2n}, R_{2n+1}, S_{2n}, S_{2n+1}$ permiten conectar respectivamente cualquiera de sus relaciones entre los ejes: *entrada* y *entrada núcleo*; *entrada* y *salida núcleo*; *salida núcleo* y *intermedio*; *entrada núcleo* y *intermedio*. El diferencial Dc se conecta entre los ejes *entrada*, 6 y 8. El diferencial Dd se

conecta entre los ejes 7, 9 y *intermedio*. Las multiplicidades de relaciones de transmisión R_{1i} y R_{2j} permiten conectar una cualquiera de ellas entre los ejes 8 y 7 o 6 y 9 respectivamente. Las flechas de trazos indican que los ejes *intermedio* y *salida* pueden conectarse entre si directamente o invirtiendo el sentido de giro.

5 Figura 7: Corresponde a una variante del mecanismo de la Figura 3 donde el variador de velocidad V se ha conectado entre los ejes 6 y 7, el resto de símbolos tienen el mismo significado que se explica al describir la Figura 3.

10 Figura 8: Corresponde a una variante del mecanismo de la Figura 3 donde el variador de velocidad V se ha conectado entre los ejes 7 y 9, el resto de símbolos tienen el mismo significado que se explica al describir la Figura 3.

Figura 9: Corresponde a una variante del mecanismo de la Figura 4 donde no existe el diferencial D_1 y la relación de transmisión R_1 permite la conexión entre el eje 6 y el eje s, el resto de símbolos tienen el mismo significado que se explica al describir la Figura 4.

15 Figura 10: Esquema representativo de un mecanismo concreto que responde a una materialización del grafo del mecanismo genérico de la Figura 1. Esta compuesto por dos diferenciales y un variador de velocidad. El primer diferencial lo forman el planeta 1, la multiplicidad de satélites 2 y la corona 3. El segundo diferencial lo componen el planeta 8, la multiplicidad de satélites 5 y la corona 4. El eje e es solidario simultáneamente al porta satélites entorno al cual giran los satélites 2 y también es solidario a la corona 4. El eje s es solidario simultáneamente al porta satélites entorno al cual giran los satélites 5 y también es solidario a la corona 3. El variador de velocidad V se conecta de forma que arrastra con una relación de transmisión 1 a 1 los ejes 6 y 7 que son solidarios a los planetas 1 y 8.

20

25

Figura 11: Gráfico que representa en coordenadas cartesianas la evolución de las velocidades angulares de los ejes e, s, 6 y 7 (w_e , w_s , w_6 y w_7) del mecanismo de la Figura 10 cuando el eje e se mantiene a 3.000 revoluciones por minuto y cuando los distintos engranajes tienen un determinado número de dientes que se detalla en la explicación del modo de realización de la invención. En ordenadas se representan las velocidades angulares en revoluciones por minuto y en abscisas la relación de transmisión entre el eje e y el eje s, se ha tomado arbitrariamente como positivo el sentido de giro del eje e, las velocidades angulares con signo negativo indican giro en sentido contrario al del eje e.

30

Figura 12: Esquema representativo de un mecanismo concreto que responde a una materialización del grafo del mecanismo genérico de la Figura 2. Consta de un variador de velocidad V que se halla conectado entre los ejes e y s y de ocho pares de engranajes: 1, 1'; 2, 2'; 3, 3'; 4, 4'; 5, 5'; 6, 6'; 7, 7'; 8, 8'. Los engranajes 1, 2, 3 y 4 giran locos entorno al eje e' y pueden hacerse solidarios a el activando alguno o algunos de los correspondientes acoplamientos $S1$, $S2$, $S3$ y $S4$. Los engranajes 5, 6, 7 y 8 giran locos entorno al eje s' y pueden hacerse solidarios a él activando alguno o algunos de los correspondientes acoplamientos $S5$, $S6$, $S7$ y $S8$. Los engranajes 8', 3', 6' y 1' son solidarios al eje e . Y los engranajes 5', 2', 7', y 4' son solidarios al eje s .

Figura 13: Esquema representativo de un mecanismo concreto que responde a una materialización del grafo del mecanismo genérico de la Figura 3. Contiene dos diferenciales y un variador de velocidad V . El primer diferencial está formado por el planeta 1, una pluralidad de satélites 2 y la corona 3, el segundo diferencial está formado por el planeta 4, una pluralidad de satélites 5 y la corona 10. El eje e es solidario al porta satélites entorno al cual giran los satélites 2. El eje s es solidario al porta satélites entorno al cual giran los satélites 5. Los ejes 6, 8, 9 y 7 son solidarios respectivamente a la corona 3, al planeta 1, al planeta 4 y a la corona 10. El variador de velocidad V se conecta entre los ejes 6 y 7. los engranajes b y d son solidarios al eje 6, los engranajes a y c son solidarios al eje 7, los engranajes b''' y d''' son solidarios al eje 9, los engranajes a''' y c''' son solidarios al eje 7. Los pares de engranajes a' , a'' ; b' , b'' ; c' , c'' ; y d' , d'' giran locos alrededor de sendos ejes intermedios pero pueden dejarse independientes o hacerse solidarios entre si por medio de los acoplamientos representados mediante $S1$, $S2$, $S3$, y $S4$ respectivamente. El eje 9 también puede mantenerse bloqueado de todo giro por el freno representado por $S0$ que lo mantiene fijo al chasis del mecanismo.

Figura 14: Esquema representativo de un mecanismo concreto que responde a una materialización del grafo del mecanismo genérico de la Figura 9. Contiene cuatro diferenciales materializados mediante los planetas 1, 4, 9 y 12, las pluralidades de satélites 2, 5, 10 y 13 y las coronas 3, 8, 11 y 14. También contiene dos máquinas eléctricas $M1$ y $M2$ que pueden trabajar cualquiera de ellas como motor o como generador, la máquina $M1$ es solidaria al eje 7 y la $M2$ al eje 6. El eje e es solidario a los planetas 1, 4, 9 y 12. EL eje s es solidario a los

ejes porta planetas entorno a los cuales giran los planetas 2, 5, 10 y 13. Entorno al eje 6 giran locos los engranajes 17, 18 y 20 pero pueden hacerse solidarios a él mediante el accionamiento de los acoplamientos representados mediante S3, S5, y S1. Entorno al eje 7 giran locos los engranajes 22 y 25 pero pueden hacerse solidarios a él mediante el accionamiento de los acoplamientos representados mediante S2 y S4. El piñón 17 engrana con el 15 que a su vez engrana con el 16 que es solidario con la corona 8. El piñón 18 engrana con el 19 que es solidario con la corona 14. El piñón 20 engrana con el 21 que es solidario con el eje s. El piñón 22 engrana con el 23 que es solidario con la corona 3. El piñón 25 engrana con el 24 que a su vez engrana con el 26 que es solidario con la corona 11.

Figura 15: Esquema representativo de un mecanismo concreto que responde a una materialización del grafo del mecanismo genérico de la Figura 5. Contiene un variador de velocidad V conectado entre los ejes e y s, el acoplamiento directo S1 permite hacer solidarios los ejes s y s' directamente, mientras que el acoplamiento S2 permite conectarlos con una inversión del sentido de giro.

Figura 16: Diagrama de bloques representativo de un mecanismo concreto que responde a una materialización del grafo del mecanismo genérico de la Figura 6. EL bloque "Cortas" representa un mecanismo como el de la Figura 13. El bloque "Largas" representa un mecanismo como el de la Figura 12 donde la relación de transmisión variable puede materializarse con un mecanismo como el de la Figura 1. Los bloques M1 y M2 representan sendas máquinas eléctricas que pueden trabajar indistintamente como motor o como generador y que permiten materializar el variador de velocidad de la Figura 1 y el de la Figura 13 simultáneamente. El bloque "Inversor" representa un mecanismo como el que se representa en la Figura 15 entre el eje s y el s'.

Figura 17: Grafo de un mecanismo genérico al cual responde el mecanismo propuesto en la patente US2384776. En esta patente se propone utilizar dos diferenciales que se materializan mediante trenes epicicloides esféricos, entre el eje de entrada y el diferencial Db hay una inversión del sentido de giro y entre el variador V y el diferencial Db también hay una inversión del sentido de giro que se materializa mediante unos engranajes auxiliares, el eje de salida s es arrastrado simultáneamente por un eje del diferencial Da y por un eje del diferencial Db.

Figura 18: Grafo de un mecanismo genérico al cual responde el mecanismo propuesto en la patente US4936165. Este mecanismo contiene dos diferenciales Da y Db, un variador de velocidad V y tres relaciones de transmisión fijas R1, R2, y R3. EL eje de entrada e y el de salida s son solidarios respectivamente con ejes del diferencial Da.

Figura 19: Grafo de un mecanismo genérico al cual responde el mecanismo propuesto en la patente ES2190739. Este mecanismo contiene dos diferenciales Da y Db, un variador de velocidad V y dos relaciones de transmisión fijas R1 y R2. EL eje de entrada e y el de salida s son solidarios respectivamente con un eje del diferencial Da y con uno del diferencial Db.

Figura 20: Grafo de un mecanismo genérico al cual responde el mecanismo propuesto en la patente US6595884. Este mecanismo contiene dos diferenciales Da y Db, un variador de velocidad V. EL eje de entrada e es solidario simultáneamente a un eje del diferencial Da y a uno del diferencial Db. El eje de salida es solidario a otro eje del diferencial Db. El variador de velocidad se conecta entre los otros dos ejes del diferencial Da (ejes 7 y 6). El eje 6 también se conecta al tercer eje del diferencial Db.

Figura 21: Grafo de un mecanismo genérico al cual responde el mecanismo propuesto en la patente US5643121 cuando trabaja en el modo de invertir el sentido de giro. En este modo trabajan dos diferenciales D1 y D2, el eje de entrada es solidario a un eje del diferencial D1 y el de salida lo es a uno del diferencial D2, los otros dos ejes de los diferenciales D1 y D2 se hallan acoplados entre si y entre ellos a su vez se han conectado en serie la relación de transmisión fija R y el variador de velocidad V.

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

A modo de ejemplo, sin pretender que sea limitativo, a continuación se describe un modo de realización de cada uno de los mecanismos explicados anteriormente.

En la a Figura 10 se representa un mecanismo que responde al grafo de la Figura 1. Los diferenciales Da y Db se materializan mediante los trenes epicicloidales obtenidos mediante el planeta 1, los satélites 2 y la corona 3 para el caso de Da y mediante el planeta 8, los satélites 5 y la corona 4 en el caso del

diferencial Db. El eje de entrada es solidario a la corona 4 y arrastra también el eje entorno al cual giran los satélites 2. El eje de salida es solidario a la corona 3 y también arrastra el eje entorno al cual giran los satélites 5. El variador V se conecta a través de las relaciones de transmisión 6 y 7 a los planetas 1 y 8. Los planetas 1 y 8 se construyen con 13 dientes, los satélites 2 y 5 se construyen con 49 dientes y las coronas 3 y 4 se construyen con 111 dientes. Con esta configuración la relación de transmisión que se obtiene es:

$$\tau_{es} = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{111 \cdot r + 124}{124 \cdot r + 111}$$

Donde r es la relación de transmisión que el variador impone entre los ejes 6 y 7. En la Figura 11 se muestran las velocidades angulares que hay que aplicar a los ejes 6 y 7 para lograr que la relación de transmisión varíe desde 1/1,17 hasta 1,17, también se muestra la velocidad angular que se obtiene en el eje de salida suponiendo que la velocidad angular del eje de entrada se mantiene constante e igual a 3000 revoluciones por minuto. En esta configuración la potencia que circula por el variador en ningún caso supera el 5,5% de la potencia que pasa por el mecanismo desde el eje de entrada hasta el eje de salida.

En la Figura 12 se presenta, como ejemplo, un mecanismo que responde al grafo de la Figura 2 para el caso particular de cuatro regímenes, marchas o etapas. Las relaciones de transmisión R_0 y R_2 , que conectan el eje de entrada e del variador V con el eje de entrada e' del mecanismo, se materializan mediante los pares de engranajes 1, 1' y 3, 3'. Las relaciones de transmisión R_1 y R_3 , que conectan el eje de salida s del variador V con el eje de entrada e' del mecanismo, se materializan mediante los pares de engranajes 2, 2' y 4, 4'. Las relaciones de transmisión S_0 y S_2 , que conectan el eje de salida s del variador V con el eje de salida s' del mecanismo, se materializan mediante los pares de engranajes 5, 5' y 7, 7'. Las relaciones de transmisión S_1 y S_3 , que conectan el eje de entrada e del variador V con el eje de salida s' del mecanismo, se materializan mediante los pares de engranajes 6, 6' y 8, 8'. Los engranajes 1,2,3 y 4 giran locos sobre el eje de entrada e' del mecanismo hasta que se accione alguno de los selectores S1, S2, S3, y S4 que permiten hacer solidario a cada uno de ellos respectivamente con el eje de entrada e' con lo cual pueden conectarse o desconectarse las respectivas relaciones de transmisión. Los engranajes 5,6,7 y 8 giran locos sobre el eje de salida del mecanismo s' hasta que se accione alguno de los selectores

S5, S6, S7, y S8 que permiten hacer solidario a cada uno de ellos respectivamente con el eje de salida s' con lo cual pueden conectarse o desconectarse las respectivas relaciones de transmisión. Los dientes de cada engranaje se seleccionan en este ejemplo de la siguiente forma: engranaje 1, 55
 5 dientes; engranaje 2, 60 dientes; engranaje 3, 66 dientes; engranaje 4, 72 dientes; engranaje 5, 95 dientes; engranaje 6, 90 dientes; engranaje 7, 84 dientes; engranaje 8, 78 dientes; engranaje 1', 95 dientes; engranaje 2', 90 dientes; engranaje 3', 84 dientes; engranaje 4', 78 dientes; engranaje 5', 55 dientes; engranaje 6', 60 dientes; engranaje 7', 66 dientes; engranaje 8', 72 dientes. La
 10 forma de conectar y desconectar los selectores S1 a S8 para obtener cada una de las cuatro etapas y las relaciones de transmisión que se obtienen en cada una de ellas se detallan en la siguiente tabla:

Etapa	Selectores conectados	Relaciones de transmisión del variador V		Relaciones de transmisión del mecanismo	
		Inicial	Final	Mínima	Máxima
1	S1,S5	0.848	1.152	0.284	0.386
Transición 1-2	S1,S5,S2,S6	1.152		0.386	
2	S2,S6	1.152	0.848	0.386	0.524
Transición 2-3	S2,S6,S3,S7	0.848		0.524	
3	S3,S7	0.848	1.175	0.524	0.725
Transición 3-4	S3,S7,S4,S8	1.175		0.725	
4	S4,S8	1.175	0.848	0.725	1.005

15 En esta tabla se ha llamado relación de transmisión inicial del variador a la que corresponde a la relación de transmisión mínima del mecanismo y final a la que corresponde a la máxima. Como puede apreciarse, el variador V trabaja pasando alternativamente desde su relación de transmisión máxima a la mínima y viceversa con lo que no hay discontinuidad en su funcionamiento, en las
 20 transiciones las cuatro relaciones de transmisión pueden permanecer simultáneamente conectadas pues producen exactamente la misma relación de transmisión entre los ejes. El resultado es que se consigue una mecanismo que

puede variar de forma continua sin interrupciones en la transmisión de par desde una relación de transmisión de 0,284 hasta 1,005 empleando un variador cuya variabilidad solo necesita ir desde 0,848 hasta 1,175, si este variador se materializa con un mecanismo como el representado en la Figura 10, descrito
 5 anteriormente, la potencia que ha de pasar como máximo por el variador es del 5,5% de la potencia total que transmite el mecanismo.

En la Figura 13 se presenta un mecanismo que responde al esquema de la Figura 3, para el caso particular de cuatro etapas. El diferencial Dc se ha materializado mediante el tren epicicloidal compuesto por el planeta 1, los
 10 satélites 2 y la corona 3. El diferencial Dd se ha materializado mediante el tren epicicloidal compuesto por el planeta 4, los satélites 5 y la corona 10. El variador de velocidad V se ha acoplado mediante sendas relaciones de transmisión por un lado al eje 6 que es solidario a la corona 3 y por otro lado al eje 7 que es solidario a la corona 10. El eje de entrada e es solidario al eje porta satélites del diferencial
 15 Dc (planetas 2). El eje de salida s es solidario al eje porta satélites del diferencial Dd (planetas 5). La relación de transmisión R_{21} es 0 por lo que se ha materializado mediante la posibilidad de bloquear el giro del eje 9 que es solidario al planeta 4, este bloqueo se consigue mediante la activación del selector S0. Entre el eje 6 (solidario a la corona 3) y el eje 9 (solidario al planeta 4) se han
 20 dispuesto dos posibles relaciones de transmisión R_{22} y R_{23} materializadas mediante los trenes de engranajes b, b', b'', b''' y d, d', d'', d''' respectivamente, los selectores S2 y S4 permiten el acoplamiento o desacoplamiento de la rueda b' con la b'' y de la d' con la d'' respectivamente, si la rueda b' se halla acoplada con la b'' ambas giran solidariamente y el tren de engranajes formado por b, b', b'', b''' impone la relación de transmisión determinada por sus correspondiente números
 25 de dientes entre el eje 6 y el eje 9, si la rueda b' y la b'' se hallan desacopladas, ambas giran locas arrastradas respectivamente por la b y por la b''' sin imponer ninguna relación de transmisión entre los ejes 6 y 9, análogamente en el caso de acoplamiento o no de la rueda d' con la d''. Entre el eje 8 (solidario al planeta 1) y
 30 el eje 7 (solidario a la corona 10) se han dispuesto dos posibles relaciones de transmisión R_{11} y R_{12} materializadas mediante los trenes de engranajes a, a', a'', a''' y c, c', c'', c''' respectivamente, los selectores S1 y S3 permiten el acoplamiento o desacoplamiento de la rueda a' con la a'' y de la c' con la c'' respectivamente, si la rueda a' se halla acoplada con la a'' ambas giran solidariamente y el tren de

- engranajes formado por a , a' , a'' , a''' impone la relación de transmisión determinada por sus correspondiente números de dientes entre el eje 8 y el eje 7, si la rueda a' y la a'' se hallan desacopladas, ambas giran locas arrastradas respectivamente por la a y por la a''' sin imponer ninguna relación de transmisión entre los ejes 8 y 7. análogamente en el caso de acoplamiento o no de la rueda c' con la c'' . Los números de dientes seleccionados para cada uno de los engranajes en este ejemplo son los siguientes: planeta 1 y planeta 4, 16 dientes; satélites 2 y satélites 5, 8 dientes; corona 3 y corona 10, 32 dientes, engranajes b y b'' , 14 dientes; engranajes b' y b''' , 36 dientes; engranajes d y d'' , 18 dientes; engranajes d' y d''' , 32 dientes; engranajes a y a'' , 11 dientes; engranajes a' y a''' , 39 dientes; engranajes c y c'' , 16 dientes; engranajes c' y c''' , 34 dientes. El variador de velocidad se materializa mediante cualquier tipo de mecanismo que permita variar progresivamente las velocidades de los dos ejes a que está conectado con relaciones de transmisión desde 0 (el eje 7 parado mientras el 6 gira libremente) hasta infinito (el eje 6 parado mientras el 7 gira libremente), esto puede lograrse mediante un par de máquinas eléctricas (una trabajando como generador y la otra como motor), mediante un par de máquinas hidráulicas (una trabajando como bomba y la otra como motor), mediante un mecanismo obtenido por combinación de variadores y diferenciales etc. La forma de conectar y desconectar los selectores $S1$ a $S8$ para obtener cada una de las cuatro etapas y las relaciones de transmisión que se obtienen en cada una de ellas se detallan en la siguiente tabla:

Etapa	Selectores conectados	Velocidad angular del eje 6		Velocidad angular del eje 7		Relaciones de transmisión del mecanismo	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Mínima	Máxima
1	S0,S1	4.500	0	0	358	0	0,080
Transición 1-2	S0,S1,S2	0		358		0.080	
2	S1,S2	0	4500	358	0	0.080	0.151
Transición 2-3	S1,S2,S3	4500		0		0.151	
3	S2,S3	4500	0	0	996,54	0.151	0.221
Transición 3-4	S2,S3,S4	0		996,54		0.221	
4	S3,S4	0	4500	996,54	0	0.221	0.316

En esta tabla las velocidades angulares de los ejes 6 y 7 se expresan en revoluciones por minuto y corresponden al caso de que el eje de entrada gire constantemente a una velocidad angular de 3000 revoluciones por minuto. Como puede apreciarse, durante las transiciones pueden mantenerse simultáneamente conectas dos relaciones de transmisión ya sea entre los ejes 6 y 9 o entre los ejes 8 y 7 porque la transición se produce en un momento en que estos ejes no giran.

En la Figura 14 se presenta un mecanismo que responde al esquema de la Figura 4, o mas exactamente su alternativa de la Figura 9, para el caso particular de 4 etapas. El diferencial D2 se ha materializado mediante el tren epicicloidal compuesto por el planeta 1, los satélites 2 y la corona 3. El diferencial D3 se ha materializado mediante el tren epicicloidal compuesto por el planeta 4, los satélites 5 y la corona 8. El diferencial D4 se ha materializado mediante el tren epicicloidal compuesto por el planeta 9, los satélites 10 y la corona 11. El diferencial D5 se ha materializado mediante el tren epicicloidal compuesto por el planeta 12, los satélites 13 y la corona 14. El diferencial D1 tiene característica 0 y por tanto se materializa mediante la posibilidad de conectar directamente el eje de salida s al eje 6 a través del acoplamiento que se activa por el selector S1 (es el caso que se representa mas concretamente en la Figura 9). El variador de velocidad entre los ejes 6 y 7, en este caso se ha materializado mediante las dos máquinas eléctrica M1 y M2, han de ser máquinas reversibles de forma que cuando una actúe como generador la otra actúe como motor y viceversa, han de estar conectadas de forma que la energía que consume el motor en cada momento es la que produce el generador, y han de disponer de un sistema de control que permita imponer la relación de transmisión entre ambas. El eje de entrada es solidario simultáneamente a los planetas 1, 4, 9 y 12 de los diferenciales D2, D3, D4 y D5. El eje de salida es solidario a los ejes porta satélites de los satélites 2, 5, 10 y 13. El eje 6 puede acoplarse o bien a la corona 8 (a través de los engranajes 17, 15 y 16) o bien a la corona 14 (a través de los engranajes 18 y 19) por medio de los acoplamientos que se activan por los selectores S3 y S5 respectivamente, también puede acoplarse al eje de salida por medio de la relación de transmisión obtenida mediante los engranajes 20 y 21 que se activa por el selector S1. El eje 7 puede acoplarse o bien a la corona 3 (a través de los engranajes 22 y 23) o bien a la corona 11 (a través de los

engranajes 25,24 y 26) por medio de los acoplamientos que se activan mediante los selectores S2 y S4 respectivamente. Los números de dientes de cada rueda dentada se eligen de la siguiente forma: planeta 1, 9 dientes; satélites 2, 54 dientes; corona 3, 117 dientes; planeta 4, 12 dientes; satélites 5, 30 dientes; corona 8, 72 dientes; planeta 9, 18 dientes; satélites 10, 24 dientes; corona 11, 60 dientes; planeta 12, 16 dientes; satélites 13, 12 dientes; corona 14, 40 dientes; engranaje 17, 28 dientes; engranaje 15, 40 dientes; engranaje 16, 24 dientes; engranaje 18, 60 dientes; engranaje 19, 72 dientes; engranaje 20, 66 dientes; engranaje 21, 66 dientes; engranaje 22 66 dientes; engranaje 23, 66 dientes; engranaje 25, 22 dientes; engranaje 24, 42 dientes; engranaje 26, 26 dientes. La forma de conectar y desconectar los selectores S1 a S4 para obtener cada una de las cuatro etapas y las relaciones de transmisión que se obtienen en cada una de ellas se detallan en la siguiente tabla:

Etapas	Selectores conectados	Velocidad angular del eje 6		Velocidad angular del eje 7		Relaciones de transmisión del mecanismo	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Mínima	Máxima
1	S1,S2	0	-221	-238	0	0	1/14
Transición 1-2	S1,S2,S3	-221		0		1/14	
2	S2,S3	-221	0	0	238	1/14	2/14
Transición 2-3	S2,S3,S4	0		238		2/14	
3	S3,S4	0	-221	238	0	2/14	3/14
Transición 3-4	S3,S4,S5	-221		0		3/14	
4	S4,S5	-221	0	0	-238	3/14	4/14

15

En esta tabla las velocidades angulares de los ejes 6 y 7 se expresan en revoluciones por minuto y corresponden al caso de que el eje de entrada gire constantemente a una velocidad angular de 3094 revoluciones por minuto. Como puede apreciarse, durante las transiciones pueden mantenerse simultáneamente conectados tres porque las relaciones de transmisión y las características de los diferenciales se han elegido de forma que la relación de transmisión que se obtiene antes de la transición y después sean exactamente las mismas. Dado

20

que, tal como se ha explicado anteriormente, hay libertad para elegir las dos primeras relaciones de transmisión, estas pueden elegirse de forma que las velocidades angulares máximas de los ejes 6 y 7 sean las mas adecuadas para el trabajo de las máquinas que materializan el variador de velocidad.

5 En la Figura 15 se presenta un ejemplo que responde al mecanismo de la Figura 5. El bloque V representa un mecanismo que permite variar continuamente la relación de transmisión entre el eje e y el eje s desde 0 hasta un determinado valor máximo. El eje s puede conectarse directamente al eje de salida s' por medio de accionar el acoplamiento S1, o puede acoplarse indirectamente a través
10 del eje intermedio y los juegos de engranajes representados en la Figura y que invierten el sentido de giro, este segundo acoplamiento se logra conectando S2. En el momento en que la relación de transmisión del mecanismo V es 0, el eje s permanece detenido, por lo que pueden conectarse simultáneamente S1 y S2, desconectando uno de los dos se elige si a partir de este punto las variaciones de
15 relación de transmisión que genere el mecanismo V producirán en el eje s' un giro en el mismo sentido que el giro del eje s o en sentido contrario.

En la Figura 16 se representa en diagrama de bloques un mecanismo que responde al esquema representado en la Figura 6. El bloque de "Largas" se materializa reproduciendo en su interior el mecanismo que se representa en la
20 Figura 12 donde los ejes e y s de la Figura 16 corresponde con los e' y s' de la Figura 12 y donde el bloque V se ha materializado reproduciendo en su interior un mecanismo como el de la Figura 1. El bloque de "Cortas" se materializa reproduciendo en su interior el mecanismo representado en la Figura 13. El variador de velocidad se materializa mediante las dos máquinas eléctricas M1 y
25 M2 (ambas reversibles y que puedan trabajar alternativamente una como motor y la otra como generador o viceversa) y sus ejes se conectan mediante sendos pares de engranajes con relación de transmisión 1:1 a los ejes 6 y 7 tanto del mecanismo de la Figura 1 como del mecanismo de la Figura 12. El bloque "Inversor" se materializa reproduciendo en su interior el mecanismo representado
30 en la Figura 15.

El funcionamiento es el siguiente. Cuando el eje de salida está parado, se conecta el acoplamiento S1 o S2 del inversor en función de si se desea ir marcha hacia delante o marcha hacia atrás (es posible mantener ambos conectados simultáneamente si no desea perder la transmisión de par al eje de salida).

REIVINDICACIONES

1- Transmisión mecánica continuamente variable que contiene dos diferenciales y un variador, caracterizada por que el eje de entrada es solidario
5 simultáneamente a un eje de cada uno de los dos diferenciales, el de salida se es solidario simultáneamente a otro eje de cada uno de los dos diferenciales y el variador se conecta entre los ejes no solidarios ni a la entrada ni a la salida de cada diferencial.

2- Mecanismo que permite extender el rango de variación de una
10 transmisión mecánica continuamente variable y reversible, caracterizado por que el eje de entrada del mecanismo se conecta alternativamente con el eje de entrada o con el eje de salida de la transmisión continuamente variable que forma el núcleo y cuyo rango se pretende extender, caracterizada también por que el eje de salida del mecanismo se conecta alternativamente con el eje de salida o con el
15 de entrada del núcleo, caracterizada por que cuando el eje de entrada se halla conectado con el de entrada del núcleo, el de salida se halla conectado con el de salida de núcleo y cuando el de entrada se halla conectado con el de salida del núcleo el de salida se halla conectado con el de entrada del núcleo, y caracterizado por que estas conexiones se realizan a través de una cualquiera de
20 sendas multiplicidades de relaciones de.

3- Transmisión mecánica continuamente variable que contiene dos diferenciales, un variador que permite obtener relaciones de transmisión entre 0 e ∞ (es decir desde que el eje de salida queda bloqueado mientras el de entrada
gira libremente hasta que el eje de entrada queda bloqueado mientras el de salida
25 gira libremente) y dos conjuntos de múltiples relaciones de transmisión con un sistema de embrague o acoplamiento cada una que permite seleccionar una dentro de cada conjunto para que quede conectada, caracterizado por que el eje de entrada es solidario a uno de los ejes del primer diferencial, el eje de salida es solidario a uno de los ejes del segundo diferencial, cualquiera de las relaciones de
30 transmisión de uno de los conjuntos de relaciones de transmisión fijas puede conectarse entre el eje restante del primer diferencial y el eje al que se ha conectado el variador al segundo diferencial, y cualquiera de las relaciones de

transmisión del otro conjunto puede conectarse entre el restante del segundo diferencial y el eje que se ha conectado al variador del primer diferencial.

4- Transmisión mecánica continuamente variable compuesta por una multiplicidad de diferenciales y un variador que permite obtener relaciones de transmisión entre 0 e ∞ (es decir desde que el eje de salida queda bloqueado mientras el de entrada gira libremente hasta que el eje de entrada queda bloqueado mientras el de salida gira libremente) caracterizado por que todos los diferenciales tienen un eje solidario al eje de entrada y otro al de salida y también caracterizado por que mediante acoplamientos o embragues adecuados cualquiera de los ejes no conectados ni a la entrada ni a la salida de los diferenciales impares puede conectarse, a través de una relación de transmisión distinta para cada uno de ellos, a uno de los ejes del variador y cualquiera de los ejes no conectados ni a la entrada ni a la salida de los diferenciales pares puede conectarse, a través de una relación de transmisión distinta para cada uno de ellos, al otro eje del variador.

5- Transmisión mecánica continuamente variable caracterizada por extender el rango de variación de un mecanismo como el descrito en la reivindicación 1 mediante un mecanismo como el descrito en la reivindicación 2.

6- Transmisión mecánica continuamente variable según la reivindicación 1 o 5 caracterizada por que el variador de velocidad es del tipo de los que pueden producir relaciones de transmisión continuamente variables desde $-\infty$ hasta ∞ pasando por cero.

7- Transmisión mecánica continuamente variable caracterizada por utilizar un mecanismo como el descrito en la reivindicación 1 o 3 o 4 o 15 o 16 o 17 o 18, en el que se seleccionan las características de sus diferenciales y de sus relaciones de transmisión de forma que produzca una relación de transmisión continuamente variable desde cero hasta un valor máximo.

8- Transmisión mecánica continuamente variable caracterizada por utilizar un mecanismo como el descrito en la reivindicación 1 o 3 o 4 o 15 o 16 o 17 o 18, en el que se seleccionan las características de sus diferenciales y de sus relaciones de transmisión de forma que produzca una relación de transmisión continuamente variable desde un valor mínimo negativo hasta un valor máximo positivo pasando por cero e invirtiendo el sentido de giro.

9- Transmisión mecánica continuamente variable según reivindicación 8 caracterizada por añadir al eje de salida del mecanismo otro eje que puede, o bien acoplarse directamente a este o bien acoplarse a el mediante un juego de engranajes que invierten el sentido de giro.

5 10- Transmisión mecánica continuamente variable caracterizada por utilizar un mecanismo como el descrito en la reivindicación 1 o 2 o 5 o 6 para las relaciones de transmisión donde el par de salida es siempre inferior al par máximo admisible sin necesidad de limitación alguna (marcha larga) y caracterizado por utilizar un mecanismo como el descrito en la reivindicación 7 o 8 o 9 para las
10 relaciones de transmisión donde hay que limitar el par de salida para que no supere el máximo admisible (marcha corta).

11- Transmisión mecánica continuamente variable según la reivindicación 10 caracterizada por que la relación de transmisión mínima del mecanismo de marcha larga es igual a la relación de transmisión máxima del
15 mecanismo de marcha corta o alternativamente porque en la región de relaciones de transmisión mínimas del mecanismo de marcha larga y la región de relaciones de transmisión máximas del mecanismo de marcha corta existe un solapamiento con relaciones de transmisión comunes a ambos, y caracterizado por que la transición entre la marcha corta y la larga se realiza mediante un embrague o
20 acoplamiento adecuado en el momento en el que la relación de transmisión de ambas coincide.

12- Transmisión mecánica continuamente variable según la reivindicación 11 o 12 caracterizada por que el variador de velocidad utilizado en el mecanismo de marcha larga es el mismo que el utilizado en el mecanismo de
25 marcha corta.

13- Transmisión mecánica continuamente variable según la reivindicaciones 1 a 12 caracterizado por que el variador de velocidad consiste en dos máquinas eléctricas que pueden trabajar indistintamente cualquiera de ellas como generador o como motor y controladas mediante los circuitos electrónicos
30 adecuados.

14- Transmisión mecánica continuamente variable según la reivindicación 13 de aplicación en máquinas con motor térmico como por ejemplo vehículos automóviles, caracterizada por utilizar las máquinas eléctricas que

constituyen el variador como motor de arranque y como generador eléctrico para recargar la batería.

5 15- Transmisión mecánica continuamente variable según la reivindicación 3 caracterizada por que una de las relaciones de transmisión es cero, y por lo tanto se materializa mediante la posibilidad de frenar o bloquear uno de los ejes que conecta haciéndolo solidario al chasis del mecanismo.

10 16- Transmisión mecánica continuamente variable alternativa a la de la reivindicación 3 o 15, caracterizado por que en lugar de conectar el variador de velocidad entre uno de los ejes de un diferencial y otro de los ejes del otro, se conecta el variador entre los dos ejes no conectados a la entrada del primer diferencial,

15 17- Transmisión mecánica continuamente variable alternativa a la de la reivindicación 3 o 15, caracterizado por que en lugar de conectar el variador de velocidad entre uno de los ejes de un diferencial y otro de los ejes del otro, se conecta el variador entre los dos ejes no conectados a la salida del segundo diferencial.

20 18- Transmisión mecánica continuamente variable según la reivindicación 4 caracterizado por disponer además de la posibilidad de conectar directamente uno de los ejes del variador al eje de salida a través de una relación de transmisión que puede activarse o desactivarse por medio de un embrague o cualquier otro tipo de acoplamiento adecuado.

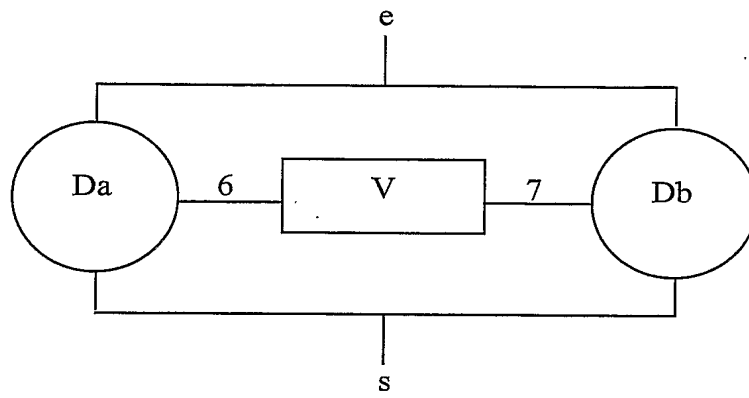


Figura 1.

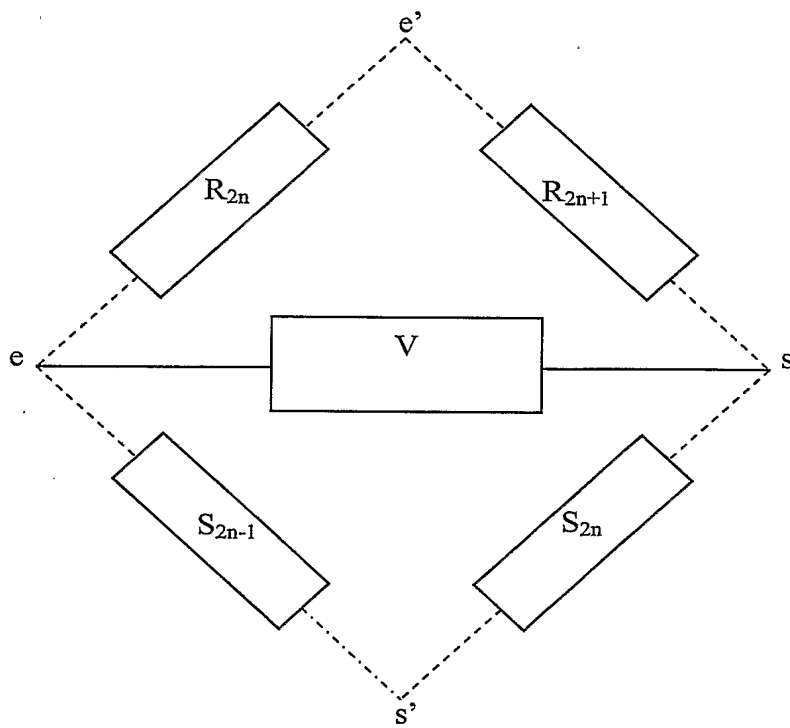


Figura 2.

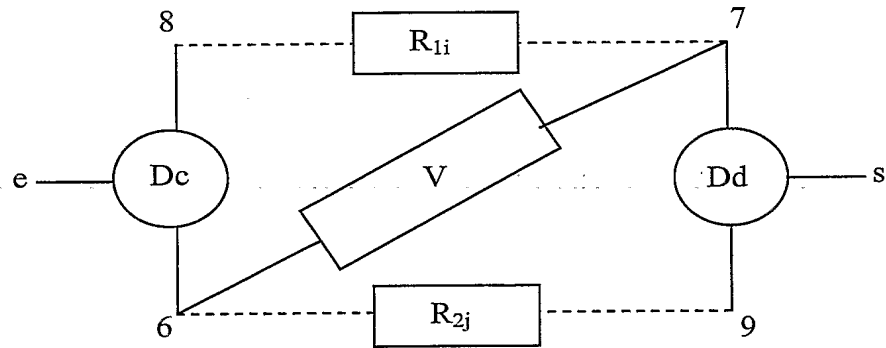


Figura 3.

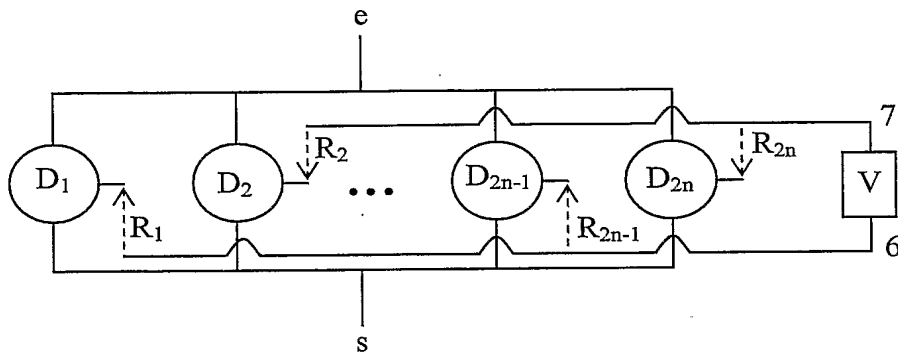


Figura 4.

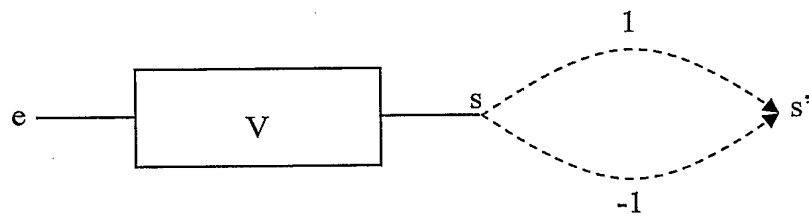


Figura 5.

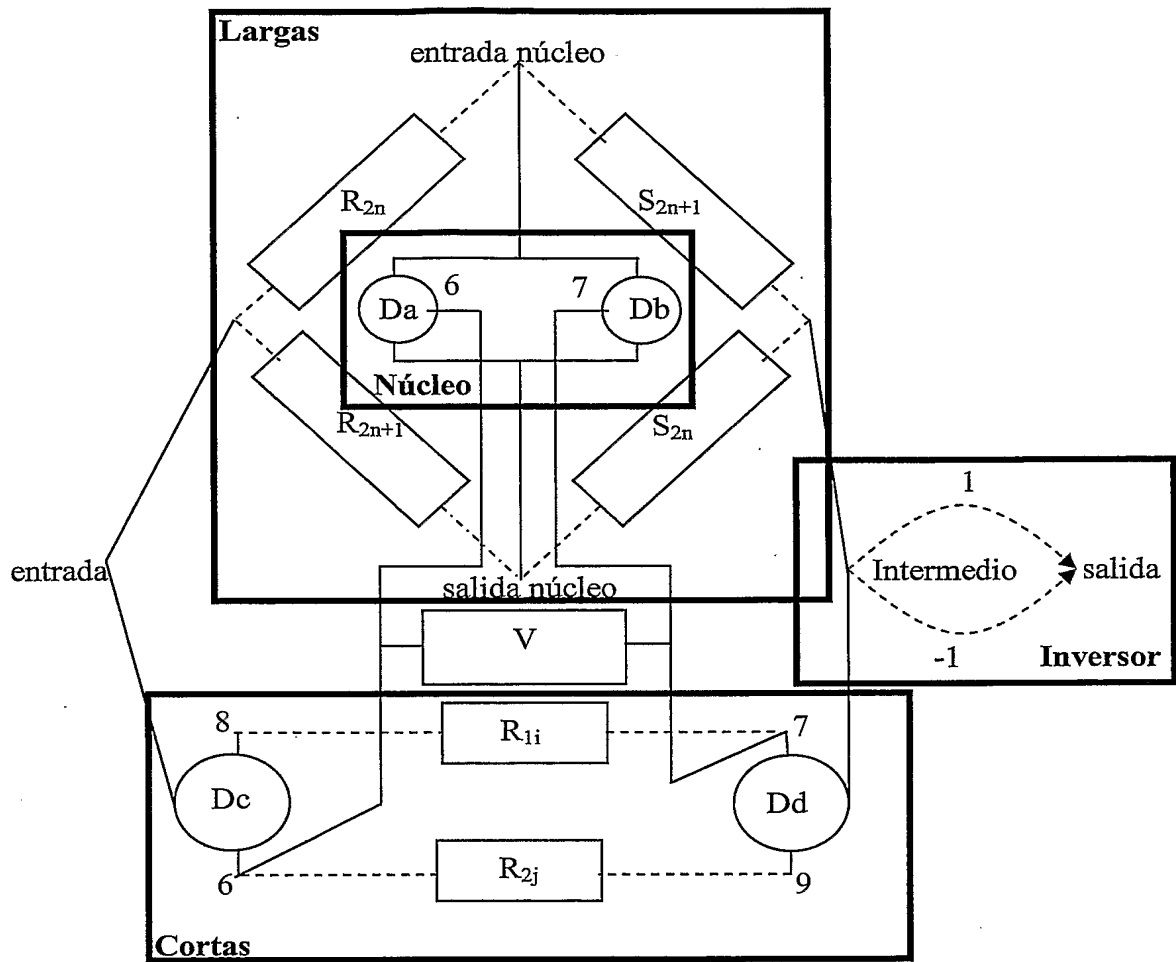


Figura 6.

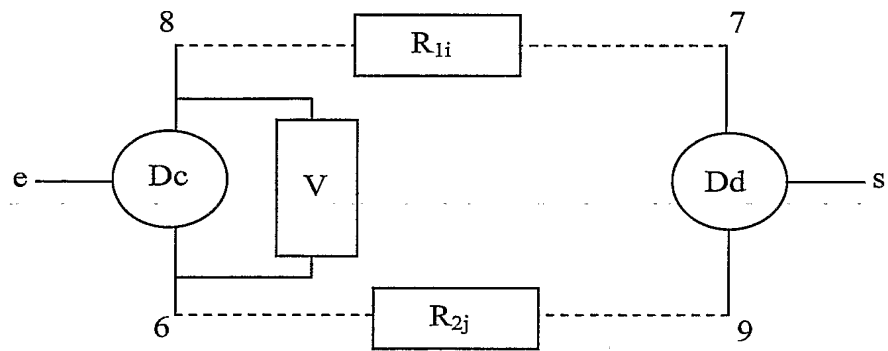


Figura 7.

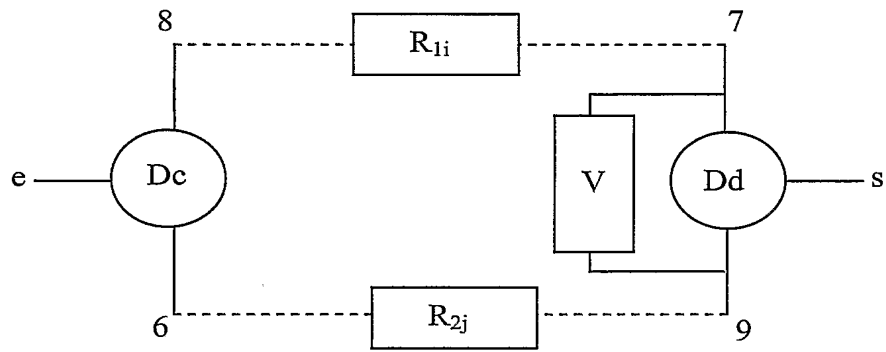


Figura 8.

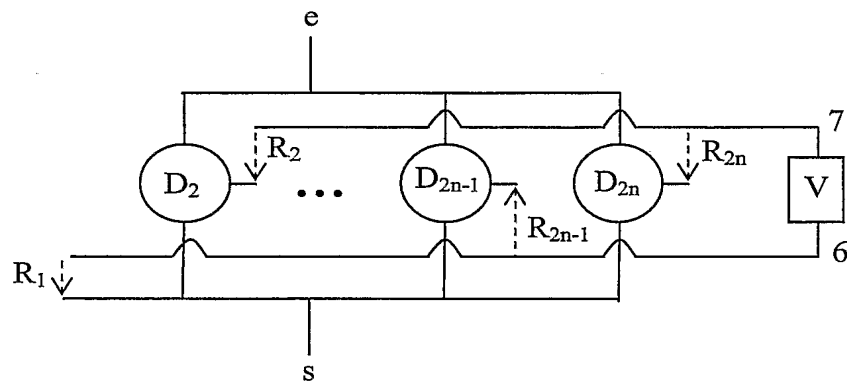


Figura 9.

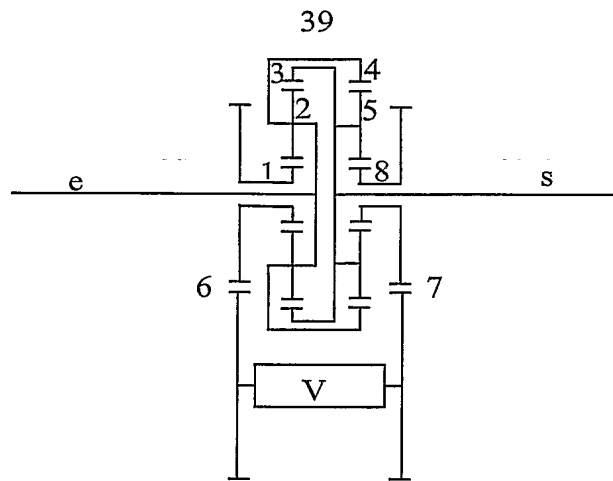


Figura 10.

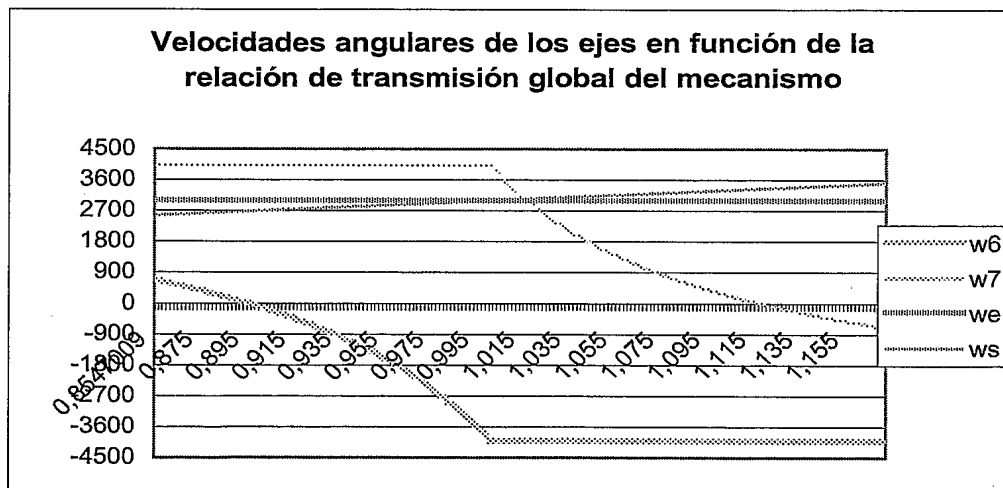


Figura 11.

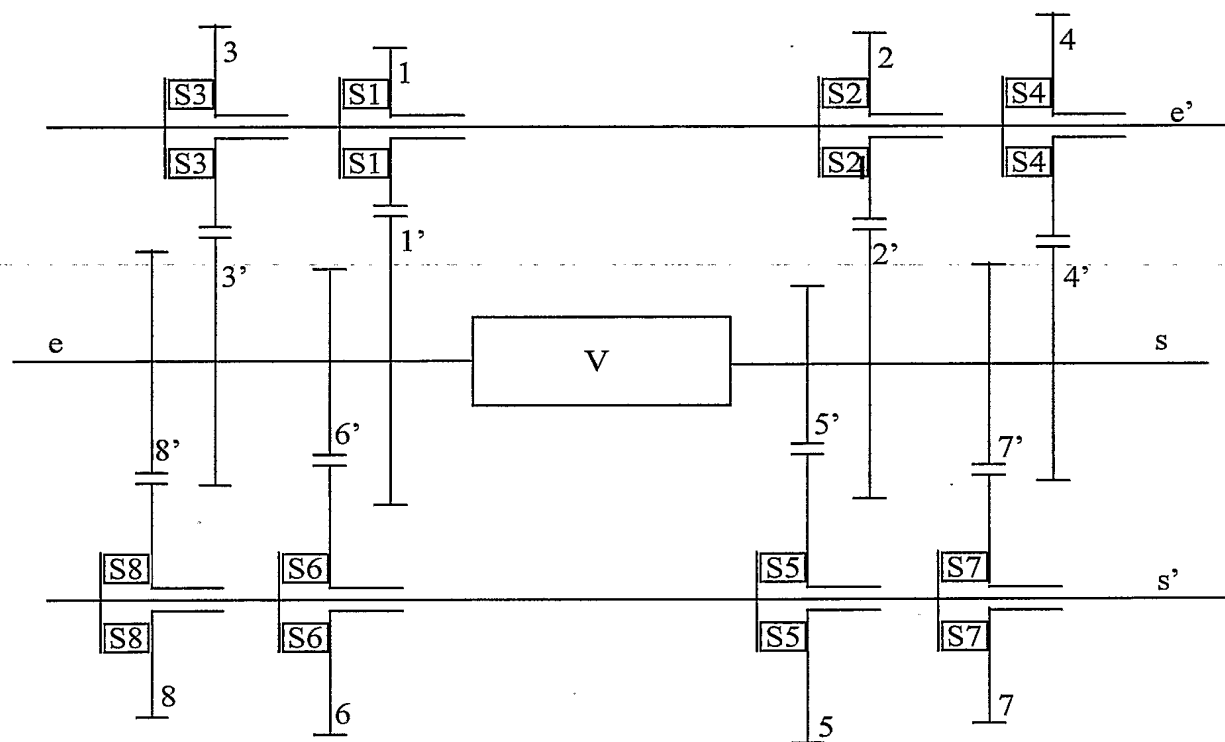


Figura 12.

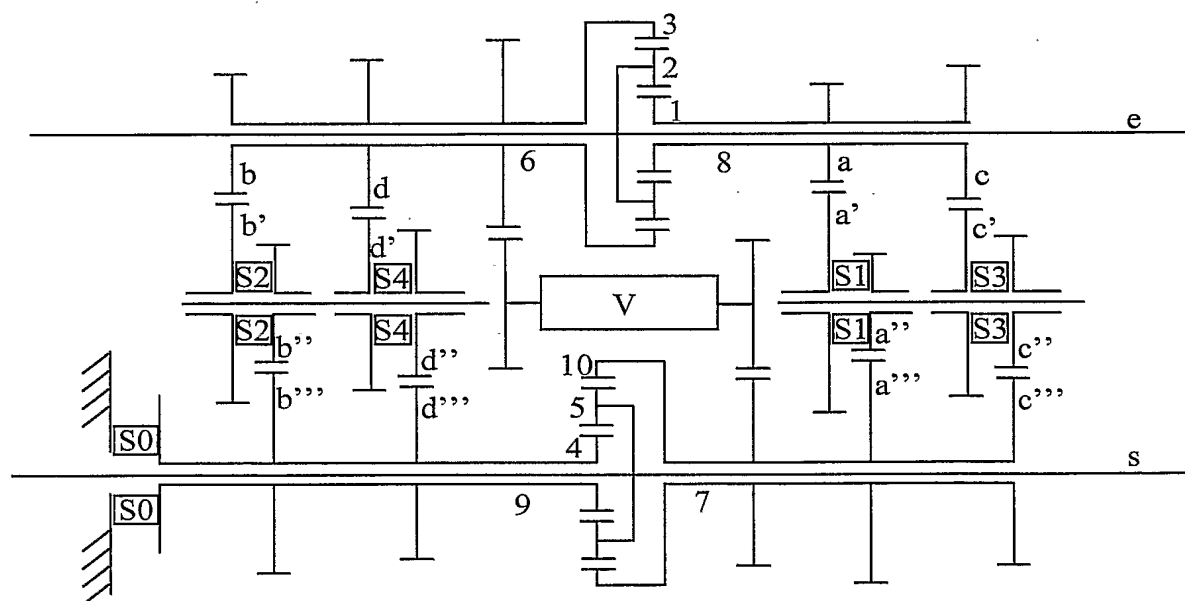


Figura 13.

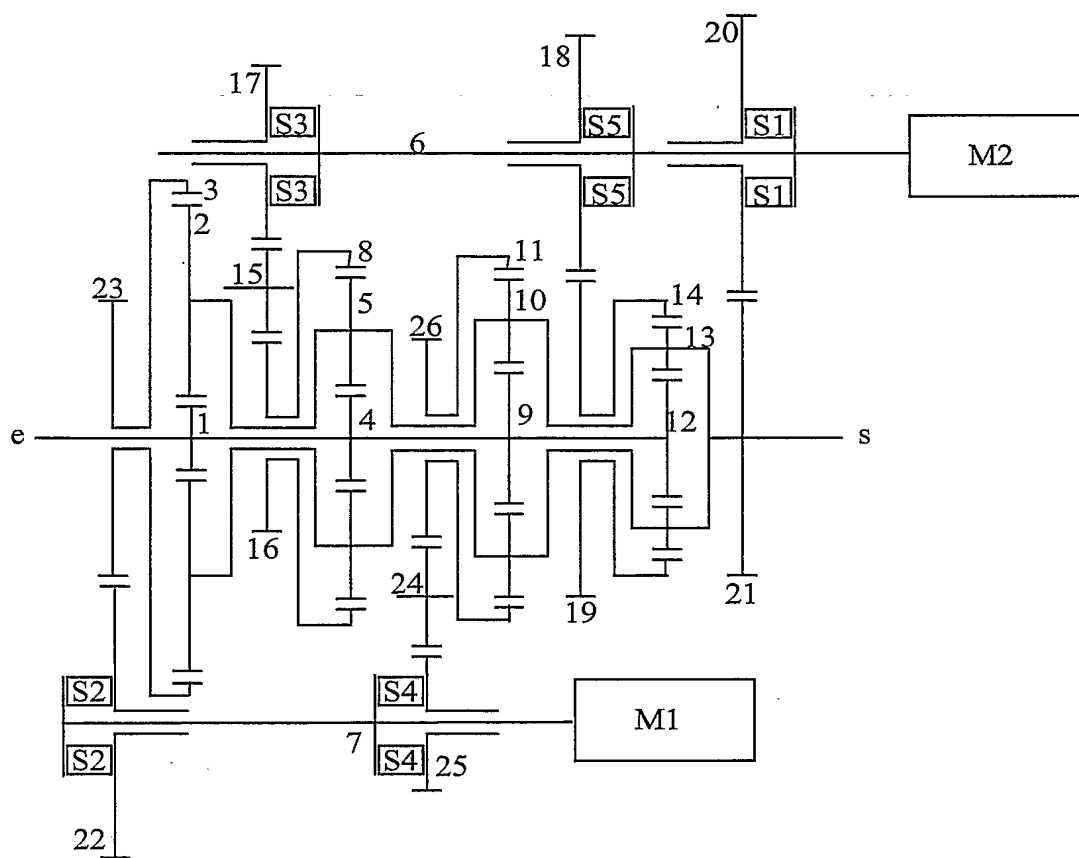


Figura 14.

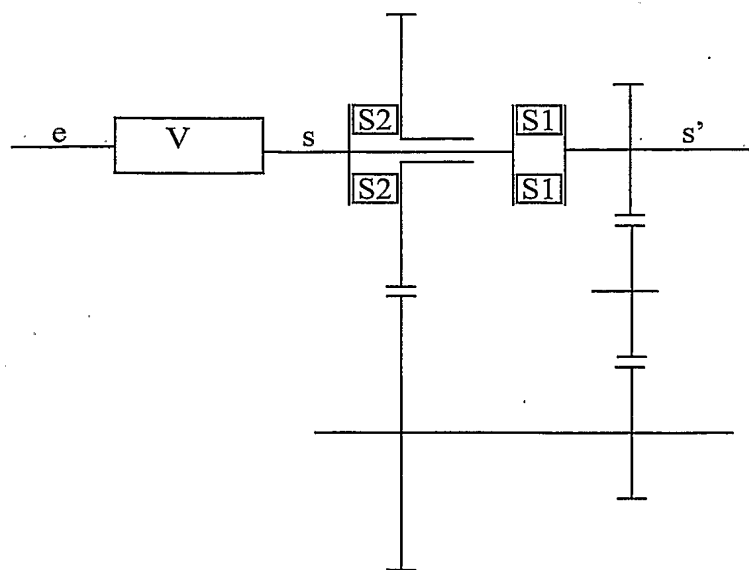


Figura 15.

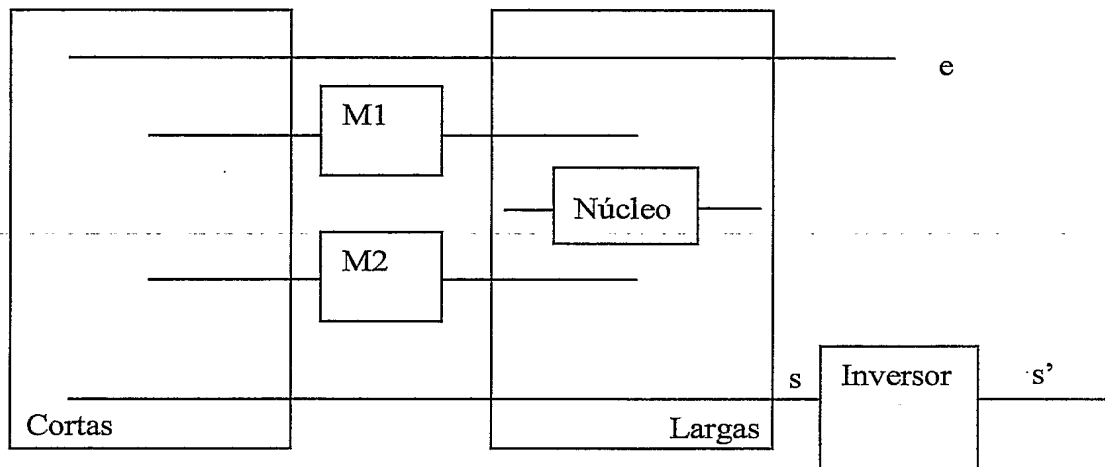


Figura 16.

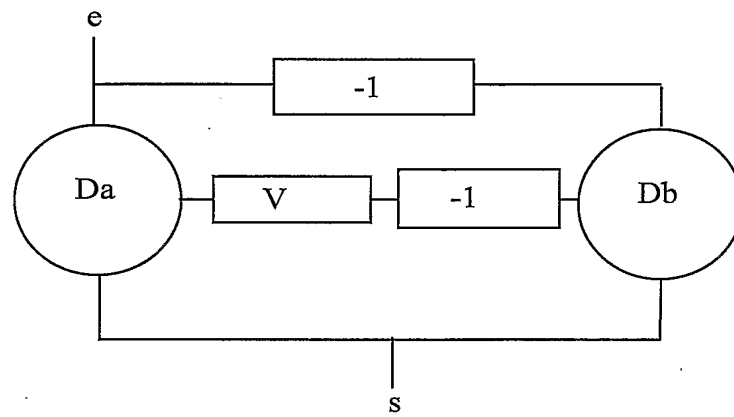


Figura 17

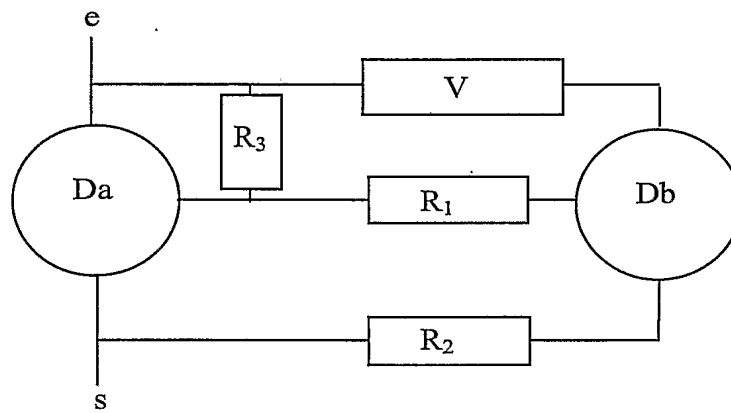


Figura 18

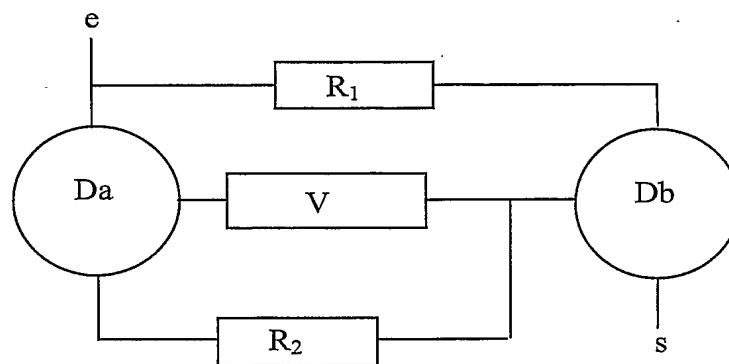


Figura 19.

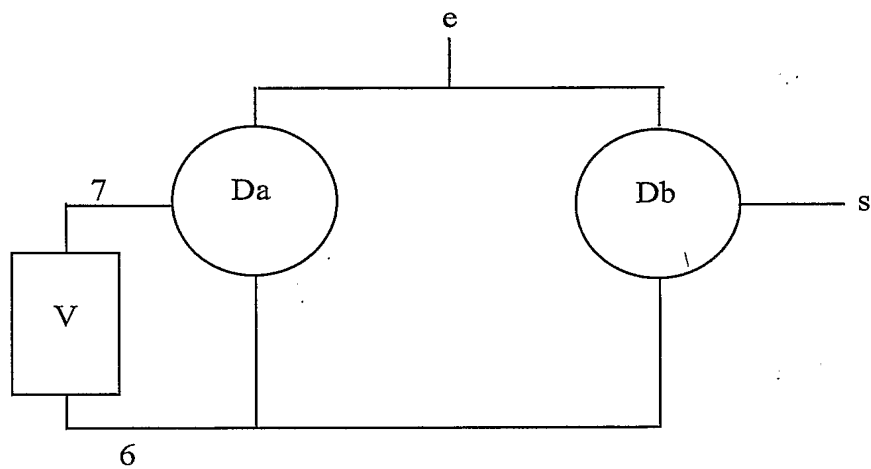


Figura 20.

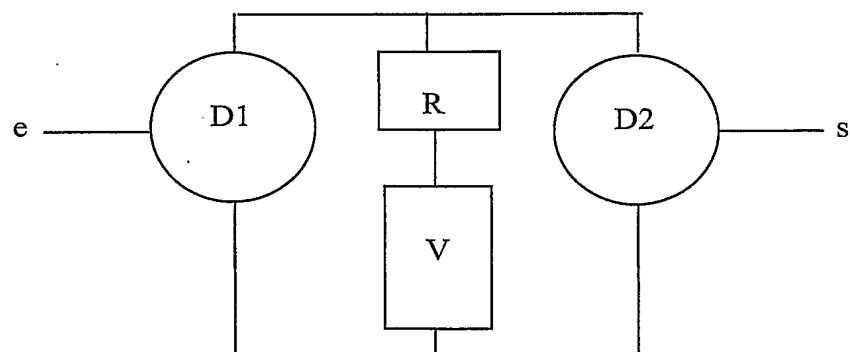


Figura 21.

